

Übersetzung aus der japanischen Zeitschrift
"Nainen Kikan" (die Brennkraftmaschine)

Bd. 3, Heft Nr. 25, Juli 1964, Seite 99 - 105

Die Entwicklungstendenz der Zündanlagen bei den
immer höher werdenden Motor-drehzahlen

von TAKAO MIKI

Universität Stuttgart
Lehrstuhl für
1. Vorwort

Die Steigerung der Geschwindigkeit der Kraftfahrzeuge, die im wesentlichen durch eine Erhöhung der Motor-drehzahl erreicht wird, ist überall deutlich zu bemerken. Dadurch ergeben sich beim Zündsystem ernstliche Probleme, die in mechanischer Hinsicht im Springen (Tanzen?) des Unterbrechers, und in elektrischer Hinsicht im Absinken der von der Zündspule abgegebenen Spannung bestehen. Diese im mechanischen und im elektrischen Teil des Zündsystems auftretenden Schwierigkeiten hängen eng miteinander zusammen. Da auch die von der Zündspule abgegebene Spannung durch die elektrische Leistungskennlinie der Unterbrecherkontakte begrenzt wird, so wird insbesondere bei den für hohe Drehzahlen ausgelegten Zündspulen die Abnutzung der Unterbrecherkontakte bei den niedrigen Motor-drehzahlen außerordentlich stark.

Über dieses Problem sind nun vielerorts schon Untersuchungen angestellt worden, die für die heute praktisch betriebenen Motoren im wesentlichen zu befriedigenden Ergebnissen geführt haben, bei einem Teil der Rennmotoren (einschließlich der Motoren für Zweiradfahrzeuge) jedoch wird noch auf einige Punkte hingewiesen, die bis jetzt noch nicht zur Zufriedenheit gelöst sind.

Als ein Verfahren, mit Hilfe dessen die oben beschriebenen, Hand in Hand mit den immer höher werdenden Motor-

drehzahlen auftretenden schwachen Punkte des Zündsystems mit einem Schlage und von Grund auf behoben werden können, ist neuerdings die Ausrüstung der Zündanlagen mit Transistoren untersucht worden; die Entwicklung auf diesem Gebiet schreitet Schritt für Schritt vorwärts, und es werden mehr und mehr positive Erfolge erzielt. In der Zukunft werden die Motordrehzahlen immer noch mehr erhöht werden, und man wird auch zu höheren Zylinderzahlen übergehen; dabei wird dieses mit Transistoren arbeitende Zündsystem am besten geeignet sein, mit der Entwicklung Schritt zu halten.

2. Die Zündanlagen für Zweiradfahrzeuge

Die Motoren für Zweiradfahrzeuge haben selbst bei den gewöhnlichen Fahrzeugen sehr hohe Drehzahlen, die 8000 bis 10 000 U/min erreichen. In der Moped-Klasse herrscht die Magnetzündung vor. Um das Öffnen und Schliessen der Unterbrecherkontakte zu verlangsamen, hat man die Nockenform besonders sanft ansteigend gemacht. In der neueren Zeit ist man bestrebt, die Beleuchtungsleistung des Magnetzünders größer zu machen, und da gleichzeitig auch die Tendenz einer Verringerung des Außendurchmessers besteht, so sieht man sich durch den von dem in der Sekundärwicklung der Zündspule induzierten Strom herrührenden Temperaturanstieg in der Zündspule vor ein schwieriges Problem gestellt, das man durch die in der Abb. 1 dargestellte äußere Anbringung der Zündspule zu lösen versucht hat. Bei dieser Schaltung ist im Magnetzünder eine Niederspannung erzeugende Wicklung vorgesehen, von der die Primärseite einer von außen angebrachten Zündspule gespeist wird. Bei diesen Verfahren gibt es elektrisch keinerlei Probleme, die maximale Drehzahl wird also durch die mechanische Festigkeit des Unterbrechers begrenzt. Die modernen Zweiradfahrzeuge haben einigen Ländern einen ungeheuren Aufschwung erlebt; bei den Zündanlagen für diese Zweiradfahrzeuge haben alle Herstellerfirmen die oben beschriebene Verlegung der Zündspule nach außen eingeführt und dadurch zur Verringerung des Gewichtes des Magnetzünders

gehäuses beigetragen.

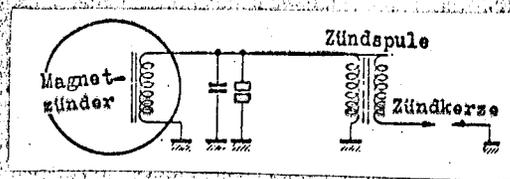


Abb. 1 Schaltschema einer Wechselstromzündanlage

Bei den Zweitakt-Rennfahrzeugen erreicht die Motordrehzahl ungefähr 15 000 U/min; da zudem bei jeder Umdrehung des Motors jeweils ein Zündfunke notwendig ist, und da deshalb vor allem die mechanische Festigkeit der wichtigsten Konstruktionsteile des Unterbrechersystems von entscheidender Bedeutung ist, so läßt man den Magnetzylinder mit der halben Motordrehzahl laufen, so daß auf je einen Zylinder und auf je eine Umdrehung des Magnetzünders jeweils 2 Zündungen entfallen. Bei den oben erwähnten Magnetzündern für Rennmaschinen ist eine Beleuchtung nicht erforderlich, man verwendet deshalb einen auf der Welle sitzenden (?) Magnetzylinder, bei dem im Hinblick auf das Beschleunigungsvermögen des Motors das Trägheitsmoment der rotierenden Teile möglichst niedrig ist, und bei dem Gewicht und Abmessungen möglichst klein sind.

Da die praktisch verwendeten Fahrzeuge der oben erwähnten Mopedklasse nahezu ausschließlich mit Magnetzündung arbeiten, so ist das Zündungsvermögen bei hohen Geschwindigkeiten im wesentlichen befriedigend, bei den niedrigen Drehzahlen des Motors jedoch hat man die Schwierigkeiten, wie sie grundsätzlich beim Anlassen auftreten. Da man diese Fahrzeuge jedoch fast durchweg mittels Kickstarter anläßt, so bereitet es keine Schwierigkeiten, wenn der Motor erst bei einer ziemlich hohen Drehzahl anspringt. Die größeren Zweiradfahrzeuge (125 cm³ und darüber) werden fast durchweg mit Anlassern in Gang gesetzt, da diese Fahrzeuge mit einer Batterie ausgerüstet sind, so arbeiten sie im allgemeinen mit

Batteriezündung. Da bei Batteriezündung die Zeitkonstante der Zündspule (Primärinduktanz/Primärwiderstand) umso kleiner gewählt werden kann, je höher die Klemmenspannung der Batterie ist, so ist selbst bei hoher Zeitkonstante die Festlegung des Primärstromes leicht, dies ist besonders günstig im Hinblick auf die Erzielung einer ausreichend hohen Sekundärausgangsspannung.

Andererseits wird auch vom Gesichtspunkt der Auslegung des Anlassers her gesehen die Klemmenspannung der Batterie bei der großen Mehrzahl der Zweiradfahrzeuge mit 12 Volt gewählt, da man bei der Konstruktion ein ausreichend hohes Anlaufdrehmoment nur dann vorsehen kann, wenn die Klemmenspannung der Batterie entsprechend hoch ist. Als Zündspule für die Zweiradfahrzeuge hat man hauptsächlich mit Rücksicht auf das geringe Gewicht und die kleinen Abmessungen die in der Abb. 2 dargestellte, mit Kunstharz umpreßte Spule gewählt.

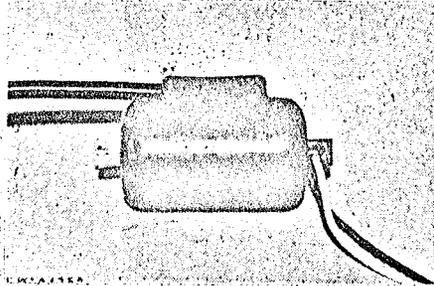


Abb. 2 . Umpreßte Zündspule

Es ist damit zu rechnen, daß im Laufe der weiteren Entwicklung die Drehzahlen der Motoren immer noch weiter ansteigen werden, man ist deshalb heute schon dabei, sich eingehend mit der Nockenform des Unterbrechers zu beschäftigen, die Masse des Unterbrecherhebels zu verringern, sowie die Leistungscharakteristik der Zündspule bei hohen Drehzahlen zu untersuchen und Schritt für Schritt zu verbessern.

3. Die Zündanlagen der Vierradfahrzeuge

Hier sind die im Zusammenhang mit der Erhöhung der Dreh-

zahlen auftretenden Schwierigkeiten ungefähr die gleichen wie bei den Zweiradfahrzeugen, nur daß die Zahl der Zündfunken größer ist. Die problematischen Punkte sind hierbei folgende:

- | | | | | |
|------------|---|---|---|---|
| mechanisch | { | (a) Lagerabriebverschleiß, Ölzufuhr | { | Probleme der Nockenform
Masse und Festigkeit der
beweglichen Teile des
Unterbrechers |
| | | b) das Prellen des Unterbrechers | | |
| elektrisch | { | c) das von dem Nacheilen der Festlegung des Primärstromes herrührende Absinken der Sekundärspannung | { | |
| | | d) das von dem Prellen des Unterbrechers herrührende Absinken des Primärstromes | | |
| | | e) der Kontaktabriebverschleiß (einschließlich Vorspringen (?) und Oxydation der Kontakte) | | |

Zu den genannten Lagern gehört auch das Verteilerlager. In diesem Falle besteht das Problem darin, ob man diese Lagerfrage nicht auf einfache Weise durch Verwendung eines Nadellagers lösen kann. Das unter b) erwähnte Prellen des Unterbrechers stellt sowohl bei den Zweiradfahrzeugen, wie auch bei den Vierradfahrzeugen das wichtigste Problem dar; seit der praktischen Einführung des Funkenzündverfahrens ist dieses Prellen des Unterbrechers der schwächste Punkt der Zündanlage gewesen und bis heute geblieben. Dieses Problem steht ganz unmittelbar mit dem Wert der Sekundärspannung der Zündspule in Zusammenhang, die Vergrößerung des schließseitigen R sowie die Verringerung des Gewichtes des Unterbrecherhebels wird deshalb bei der Konstruktion berücksichtigt. Ein anderes Verfahren, bei dem durch Verwendung der in der Abb. 3 dargestellten zylindri-

schen Nockenform (ohne Erhebung und Vertiefungen) das Prellen ganz vermieden wird ist experimentell untersucht worden.

Selbst dann, wenn es gelingt, in der oben beschriebenen Weise den Übergang zu höheren Motordrehzahlen zu begünstigen, ist doch bei der Batteriezündung grundsätzlich ein Absinken der Sekundärspannung nicht zu vermeiden. Wir wollen diese Erscheinung anhand der Abb. 4 erklären: die Schließlage des Unterbrechers nehmen wir im Nullpunkt der Abb. 4 an und auf der Ordinate tragen wir den Primärstrom der Zündspule ab. Wenn im Nullpunkt in der Zündspule ein Strom zu fließen beginnt, dann steigt dieser Strom entlang der durch das Verhältnis des Widerstandes zur Primärinduktanz der Spule bestimmten Stromaufbaukurve an.

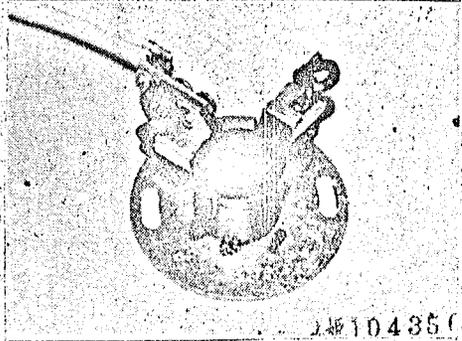


Abb. 3 Schleifring-Unterbrecher

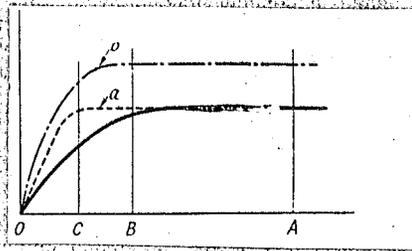


Abb. 4 Primärstromaufbaukurve einer Zündspule

In der Nähe des Punktes A, in welchem sich der Strom bei den niederen und mittleren Drehzahlen des Motors in ausreichendem Maße aufgebaut hat, öffnet der Unterbrecher, wodurch eine hohe Sekundärspannung erzeugt wird, bei den hohen Drehzahlen wird im Punkte B abgeschaltet. Der Grund hierfür liegt darin, daß die zum Schließen des Konstantwinkelunterbrechers mit

Hilfe des Nockens gebrauchte Zeit gleich $T = \frac{O}{W}$ ist, und daß, da die Winkelgeschwindigkeit ω proportional mit der Motordrehzahl ansteigt, die Schließzeit T im Bereich der hohen Drehzahlen mit kleiner werdenden Drehzahl rasch abnimmt. Wenn die Drehzahl wieder höher wird, öffnet der Unterbrecher im Punkte C, in der Zündspule wird eine niedrige Sekundärspannung induziert. Hieraus ergeben sich verschiedene Verfahren, um zu erreichen, daß auch bei den hohen Drehzahlen ein ausreichend starker Strom fließt: entweder man läßt den Strom entsprechend der Kurve a der Abb. 4 schnell ansteigen, oder man macht entsprechend der Kurve b den Strom insgesamt groß, oder man läßt selbst bei der Höchstdrehzahl des Motors die Abschaltstelle nicht weiter als bis zum Punkte B kommen. von diesen drei Möglichkeiten, werden bei der Lösung entsprechend der Kurve a die primärseitige Induktanz der Zündung niedriger und die Zündenergie insgesamt abgeschwächt, so daß man wohl oder übel entsprechend der Kurve b verfahren muß. Bei diesen Verfahren kommt es häufig vor, daß bei den niedrigen Drehzahlen noch Schwierigkeiten zurückbleiben, die mit der Stromkapazität der Kontakte zusammenhängen. Um die Abschaltstelle bis zum Punkte B zu begrenzen, wird der Nockenöffnungswinkel klein gemacht, dadurch wird jedoch auch die Herstellung des Nockens problematisch; da nämlich der Nockenöffnungswinkel nicht allzu klein gemacht werden kann, so arbeitet man mit zwei Unterbrechern und kommt so zu einem kleinen Öffnungswinkel, d.h. man wendet das sogenannte "double point" System an. Die Abb. 5 zeigt eine fotografische Aufnahme dieses Verfahrens, während die Abb. 6 ein Prinzipschaltbild darstellt. Der erste Unterbrecher und der zweite Unterbrecher sind parallel geschaltet und versetzt (von einander getrennt?) angeordnet. Wenn beide Unterbrecher geschlossen haben, dann ist vom Zündstromkreis her gesehen geschlossen, deshalb

bekommt man, wie in der Abb. 6 ganz unten dargestellt, insgesamt eine Schließzeit, die wesentlich länger ist, als der Schließwinkel eines einzelnen Unterbrechers, und man bekommt auch bei den hohen Drehzahlen einen ausreichend starken Strom. Ein anderes Verfahren besteht darin, daß man beispielsweise für einen Sechszylindermotor zwei Zündsysteme anwendet. Wenn man jeweils drei Zylinder zündet, dann kann man auch die Zündspulen ausreichend anpassen; da zudem die Zahl der Unterbrechungen des Unterbrechers nur halb so groß ist, bietet dieses System auch in mechanischer Hinsicht Vorteile. Es ist in der Abb. 7 dargestellt. Wenn man hierbei jedoch die Zündung nur über einen einzigen Verteiler führt, dann muß man der Isolierfähigkeit der Verteilerkappe besondere Aufmerksamkeit schenken, verteilt man demhingegen die Zündung auf zwei Verteiler, dann sieht man sich durch die Zündwinkelverschiebung jedes der beiden Verteiler vor ein Problem gestellt. In der oben beschriebenen Weise werden als Zündspulen zwar Spulen, bei denen man sowohl die Primärinduktanz wie auch den Widerstand verringert hat, verwendet, wenn man mit der Motordrehzahl höher gehen will, wenn man jedoch den Widerstandswert verringert, dann kommt es zu einer starken Wärmeentwicklung, man verwendet deshalb Spulen mit außenangebrachten Widerständen. Da man bei diesen Spulen aus Stahldraht bestehende innere Widerstände hat, mit denen man einen niedrigen Widerstandswert bekommt, so ist die Wärmeentwicklung in der Spule selbst gering, die Sekundärspannung vor dem Temperaturanstieg unterscheidet sich nur wenig von der Sekundärspannung nach dem Temperaturanstieg, und, da der Hochspannungsteil keine hohe Temperatur erreicht, so ist dies auch im Hinblick auf die Isolation von Vorteil.

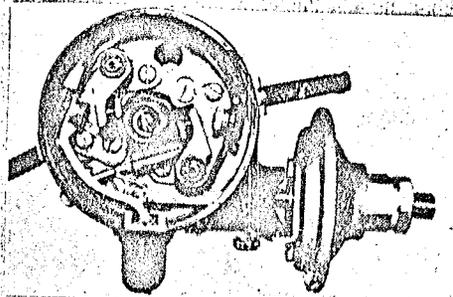


Abb. 5 "double point"-Verteiler

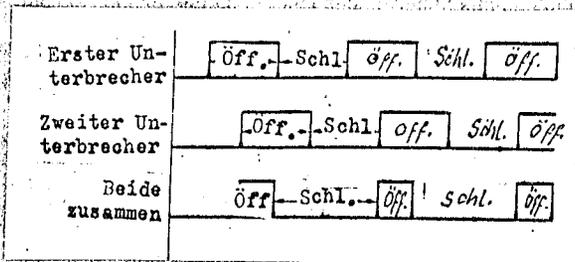


Abb. 6 Prinzip des "two point"-Verfahrens

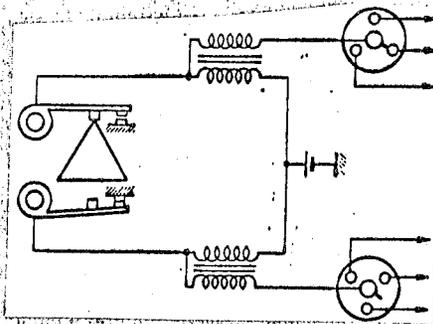


Abb. 7 Zweispulen-Zündschaltung

Jedes einzelne der oben aufgeführten Zündverfahren verfolgt zwar den Zweck wenigstens bis zu einem gewissen Grade die bisher gebräuchlichen Verfahren zu verbessern, wenn jedoch das Ziel der Drehzahlerhöhung erreicht ist, (bei den Rennmotoren ist man diesem Ziel schon sehr nahe), dann bleibt immer noch das Problem einer in mechanischer und elektrischer Hinsicht günstigen Gestaltung (?) des Unterbrechers. In elektrischer Hinsicht ist das Problem etwa bei den Rennmotoren, da ja Rennen mit niedrigen Geschwindigkeiten praktisch überhaupt nicht durchgeführt werden, verhältnismäßig einfach; bei den normalen Wagen jedoch ist dies anders; die auf den Schnellstraßen mit

voller Geschwindigkeit fahrenden Wagen sind innerhalb der Städte dem dauernd wechselnden Verkehr unterworfen, dies bedeutet für die Kontakte eine sehr starke Belastung; da Abriebverschleiß, die Oxydation und das Überstehen der Kontakte bilden, dann die Ursache für das Versagen beim Anlassen und beim Beschleunigen. In Zukunft muß die Berücksichtigung des immer größer werdenden Netzes der Schnellstraßen als eines der besonders schwierigen Probleme betrachtet werden. Da diese Probleme unmittelbar mit dem Vorhandensein des Unterbrechers zusammenhängen, so können sie dadurch gelöst werden, daß man den Unterbrecher beseitigt. Dies ist dadurch möglich, daß man die Zündanlage mit Transistoren ausrüstet.

4. Die Ausrüstung der Zündanlage mit Transistoren

Da in der oben beschriebenen Weise die heute gebräuchlichen Unterbrecherkontakte im Zusammenhang mit der Steigerung der Motordrehzahlen einer starken elektrischen Belastung ausgesetzt sind, so bilden sie häufig die Ursachen für Störungen und Pannen, es gibt jedoch ein Verfahren, nach dem in den Stromkreis Transistoren eingeschaltet werden, welche lediglich die elektrische Belastung der Kontakte zu übernehmen haben. Diese Schaltung wird allgemein als Kontakt-Transistorzündung oder als Semitransistorzündung bezeichnet. Die Abb. 8 zeigt das Prinzip dieser Schaltung: beim Schließen des Kontaktes fließt von der Batterie B ein kleiner Strom (etwa 0,3 - 0,5 A) durch den Emitter e, und die Basis b des Transistors T und durch den Widerstand r, zwischen dem Emitter e und dem Kollektor c des Transistors tritt der leitende Zustand ein und der Strom kann zur Primärwicklung p durchfließen. Wenn sodann der Kontakt geöffnet wird, so daß der in der Basis b fließende Strom plötzlich abgeschaltet wird, dann wird der in der Primärwicklung fließende Strom durch den Transistor

plötzlich unterbrochen und induziert dadurch in der Sekundärwicklung S eine Hochspannung. In der Praxis haben die in den Abbildungen 9 - 11 dargestellten Schaltungen Eingang gefunden. Bei der in der Abb. 9 gezeigten, von der amerikanischen Firma Prestolight angewandten Schaltung ist, da der Kollektor geerdet ist, kein Basiswiderstand eingeschaltet.

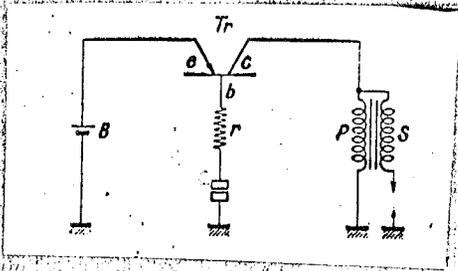


Abb. 8 Prinzipschaltbild einer Transistorzündung

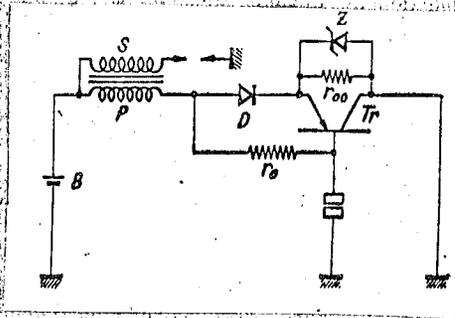


Abb. 9 Schaltbild der Prestolight-Transistorzündung

Die Diode D legt ihren Spannungsabfall in der positiven Richtung zwischen Basis und Emitter des Transistors Tr und verringert dadurch den Leckstrom. Die Zenerdiode ist ein Schutzhalbleiter, der so ausgelegt ist, daß durch die in der Primärwicklung p erzeugte Spannung der Transistor Tr nicht durchbricht. Die Abb. 10 zeigt die von der englischen Firma Lukas angewandte Schaltung. Diese unterscheidet sich von der in der Abb. 8 gezeigten Prinzipschaltung dadurch, daß der Transistor ein npn-Transistor ist. Der Grund hierfür liegt darin, daß die Batterie-Erdung eine +Polarung ist. Dabei fließt bei geschlossenem Kontakt durch den Widerstand r von der Basis des Transistors

zum Emitter (der Strom fließt in Pfeilrichtung) ein Basisstrom und die Kollektor-Emitter-Richtung wird leitend. Der Kondensator C_0 wird eingeschaltet, damit auf den Transistor beim Öffnen des Kontaktes keine Überspannung kommt. Bei den in den Abb. 8 - 10 dargestellten Schaltungen, darf, da die Primärspannung der Zündspule unter der Spannung bleiben muß, welcher der Transistor Tr gewachsen ist (80 - 180 V), die Primärspannung der Zündspule nicht höher sein, als unbedingt nötig. Da man andererseits mit Rücksicht auf die Zündenergie einen hohen Eingangsstrom braucht, so wird der mittlere Eingangstrom sehr viel höher, als bei den zur Zeit gebräuchlichen Zündsystemen. Unter Berücksichtigung all dieser Gesichtspunkte hat die englische Firma Lukas für den Transistor Silizium genommen und dadurch die Spannung, welcher der Transistor standhalten kann, auf 500 Volt erhöht.

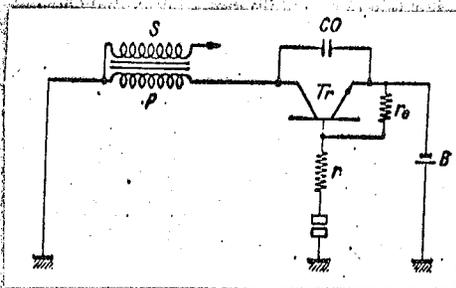


Abb. 10 Schaltbild der TAC-Zündung der Firma Lukas

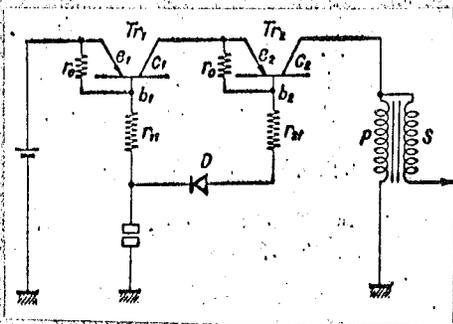


Abb. 11 Die Serienschaltungstransistorzündung der Firma Mitsubishi Denki

Die Abb. 11 zeigt die von Mitsubishi Denki angewandte Schaltung; sie ist dadurch gekennzeichnet, daß dank der Hintereinanderschaltung zweier Transistoren die Zündspule für eine hohe Primärspannung ausgelegt werden kann. Dadurch wird erreicht, daß man bei einem kleinen mittleren Eingangsstrom doch eine mit Rücksicht auf die Verschmutzung der Zündkerze starke Stromquelle verwenden kann. Wenn bei der in der Abb. 11 gezeigten Schaltung der Kontakt geschlossen ist, dann fließt vom Emitter e_1 des Transistors Tr_1 zur Basis b_1 ein Basisstrom und der erste Transistor ist gesperrt. Demzufolge wird dem zweiten Transistor über dem Emitter e_1 , den Kollektor c_1 , den Emitter e_2 und die Basis b_2 ein Basisstrom zugeführt, und die Primärwicklung P erhält über die Transistoren Tr_1 und Tr_2 einen Strom zugeführt. Wenn sich der Kontakt öffnet, dann wird der Basisstrom in den Transistoren 1 und 2 gleichzeitig unterbrochen und bei den Transistoren tritt zwischen Emitter und Kollektor der Sperrzustand ein; damit wird der in der Primärwicklung P fließende Strom unterbrochen, und in der Sekundärwicklung S wird eine hohe Spannung induziert. Dabei ist eine Diode D zu dem Zweck eingeschaltet, zu verhindern, daß die in der Primärwicklung P entstehende Spannung über den Emitter e_1 und die Basis b_1 des ersten Transistors Tr_1 und über den Widerstand r_{11} zwischen die Basis und den Emitter des zweiten Transistors konzentriert aufgedrückt wird. Bei sämtlichen oben beschriebenen Zündverfahren, ist der Höchstwert der bei der Abb. 9 zwischen die Kontakte gelegten Spannung gleich der Spannung der Stromquelle (= der Batterie), dies ist ungefähr $1/20$ der bei den bisher gebräuchlichen Zündschaltungen zwischen den Kontakten liegenden Spannung (etwa 300 Volt), wobei auch der in den Kontakten fließende Strom mit 0,6 A ungefähr $1/6$ des üblichen Kontaktstromes beträgt, so daß der elektrische Abriebverschleiß nahezu gleich

Null ist, was nach den angegebenen Zahlen auch nicht anders zu erwarten ist. Die Abb. 12 zeigt die Ausgangsspannungscharakteristik des in der Abb. 9 dargestellten Systems, während die Abb. 13 einen Vergleich zwischen den Ausgangsspannungscharakteristiken des in der Abb. 11 dargestellten Systems und der bisher gebräuchlichen Systeme zeigt; man sieht aus diesen Abbildungen deutlich, daß, wenn man die für die Entladung an der Zündkerze notwendige Spannung mit ungefähr 10 bis 15 KV annimmt, selbst bei den hohen Drehzahlen eine ausreichend starke Funkenentladung zustande kommt. Die Abb. 14 zeigt die Anbringung einer Kontakttransistorzündanlage im Wagen. Die Abb. 15 zeigt die fotografischen Aufnahmen des Einflusses des Kontaktzustandes auf die Sekundärspannung bei einer Kontakt-Transistorzündanlage der herkömmlichen Art, und zwar wurde in beiden Fällen jeweils die Wellenform der Sekundärspannung bei niedriger Drehzahl aufgenommen. Man sieht aus diesen Aufnahmen, daß es sogar schon im Normalzustand der Kontakte bei dem herkömmlichen Zündsystem zu Störungen bei Verschmutzung der Kontaktflächen mehr und mehr zunehmen. Dem gegenüber stellen wir bei dem mit Transistoren ausgerüsteten Zündsystem fest, daß an den Kontakten nahezu überhaupt keine Funkenbildung eintritt, und daß selbst dann, wenn die Kontakte ein wenig verschmutzt sind, die Sekundärspannungswellenform keinerlei Änderungen erfährt. Die Abb. 16 a und 16 b dienen der Erklärung der Oszillogramme der Abb. 15.

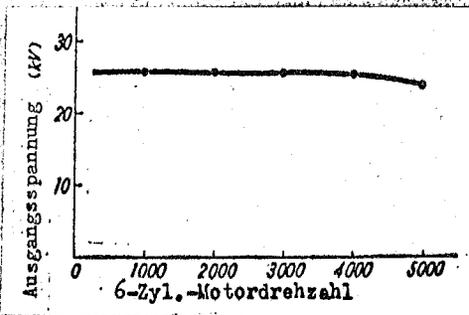


Abb. 12 Die Ausgangsspannungscharakteristik der Firma Prestolight

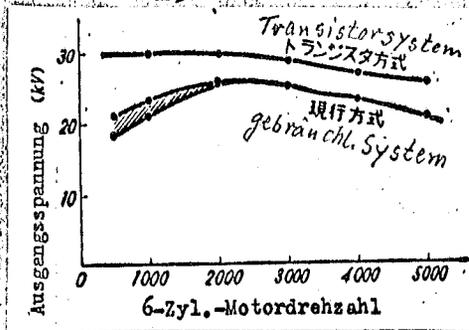


Abb. 13 Vergleich der gebräuchlichen Verfahren mit der Charakteristik der Serienschaltungstransistorzündung

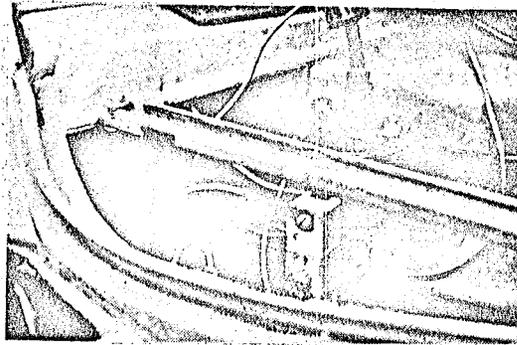


Abb. 14 Die Kontakt-Transistorzündung

Da bei den oben aufgeführten Zündverfahren durch Anwendung von Transistoren die elektrische Belastung der Kontakte ganz erheblich abgeschwächt wird, erhält man zwar sowohl bei den hohen, wie auch bei den niedrigen Motordrehzahlen eine ausreichend befriedigende Zündleistung, da man jedoch nach wie vor einen Unterbrecher braucht, so bleiben bei den sehr hohen Motordrehzahlen die mit dem mechanischen Teil des Unterbrechers zusammenhängenden problematischen Punkte, wie etwa das von dem Prellen des Unterbrechers herführende Absinken der Sekundärspannung, sowie die Frage der Festigkeit des Unterbrechers auch weiterhin bestehen. Bei der kontaktlosen Transistorzündung oder Volltransistorzündung kommt der Unterbrecher ganz in Wegfall, und damit können alle durch die Verwendung der Kontakte bedingten elektrischen und mechanischen Schwierigkeiten mit einem Schlage behoben werden.

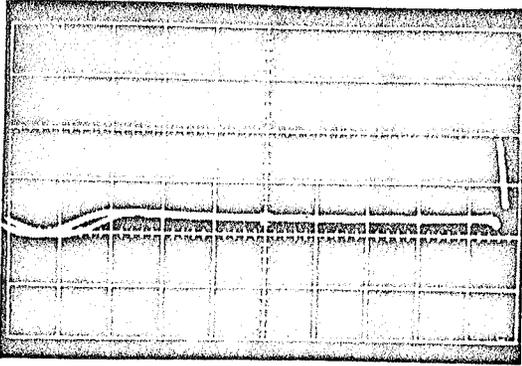


Abb. 15 (a₁) Sekundärspannung der Transistorzündung

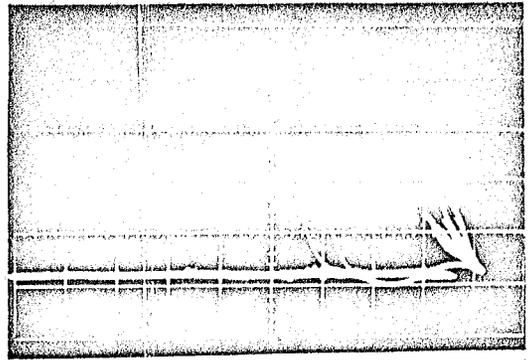


Abb. 15 (a₂) Sekundärspannung eines gebräuchlichen Zündverfahrens

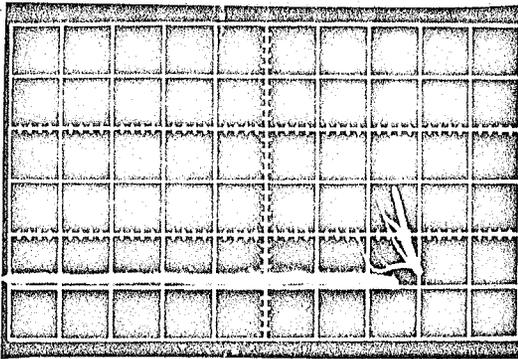


Abb. 15 (b₁) Sekundärspannung der Transistorzündung bei mit Fett beschmierten Kontaktflächen

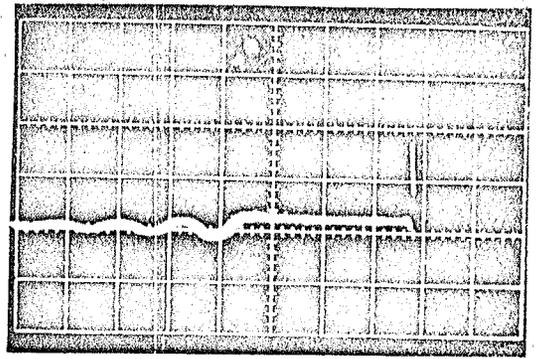


Abb. 15 (b₂) Sekundärspannung eines gebräuchlichen Zündverfahrens bei mit Fett beschmierten Kontaktflächen

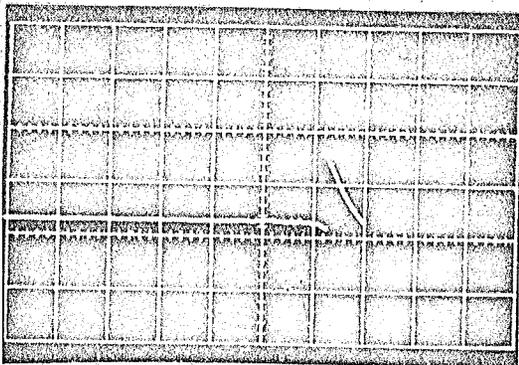


Abb. 15 (c₁) Sekundärspannung der Transistorzündung bei mit "Mobil" beschmierten Kontaktflächen

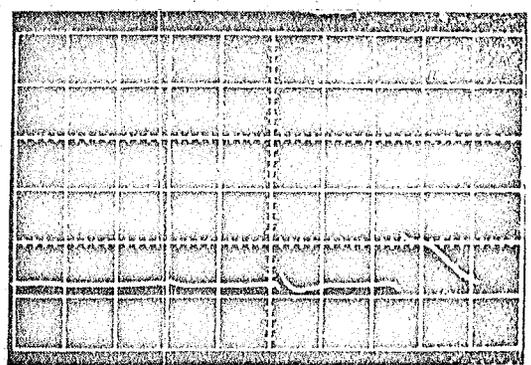


Abb. 15 (c₂) Sekundärspannung eines gebräuchlichen Zündverfahrens bei mit "Mobil" beschmierten Kontaktflächen

Das Blockschema einer kontaktlosen Zündanlage ist in der Abb. 17 dargestellt. SG bedeutet einen aus einem kleinen Magnetgenerator bestehenden Signalgenerator, dessen Konstruktion in der Abb. 18 gezeigt wird. Der Läufer ist mit einer der Zylinderzahl entsprechenden Anzahl von vorstehenden Polen versehen. Der von in einen Teil des magnetischen Stromkreises eingeschalteten Magneten ausgehende magnetische Fluß ändert sich beim jeweiligen Durchgang der Läuferpole und dadurch wird in der Wicklung eine Signalspannung erzeugt. Diese Signalspannung wird durch den Verstärkerstromkreis A verstärkt. Durch den Wellenformänderungsstromkreis W werden die Signale in Rechteckwellensignale verwandelt, und dann wieder durch den Gleichstromverstärkungsstromkreis DCA verstärkt, worauf sie über einen Schalttransistor SWT den Primärstrom der Zündspule IG unterbrechen. Die konkrete Form dieser Schaltung ist in der Abb. 19 dargestellt. In dieser Schaltung ist der Wellenformänderungsstromkreis W durch einen mit einem monostabilen Multivibrator arbeitenden Stromkreis dargestellt, die Schaltung funktioniert aber auch, wenn man einen bistabilen Multivibrator, einen Summitstromkreis oder einen Stromkreis mit abgeschnittener Eingangswellenform hinzufügt. Die Abb. 20 zeigt einen Verteiler mit Signalgenerator, die Abb. 21 zeigt die Außenansicht einer kontaktlosen Transistorzündanlage, und die Abb. 22 zeigt den Einbau dieser Anlagen in ein vierrädriges Kraftfahrzeug.

Da man in der oben beschriebenen Weise bei den kontaktlosen Zündanlagen keine Teile mit mechanischer Berührung hat, so erhält man auf diese Weise bis zu den allerhöchsten Drehzahlen eine ausreichend zuverlässige Zündung. Die Charakteristik dieser Zündung ist in der Abb. 23 dargestellt. Man sieht aus dieser Abbildung, daß man selbst bei den hohen Drehzahlen eine hohe Ausgangsspannung erhält.



Abb. 16 Erklärung der Oszillogramme

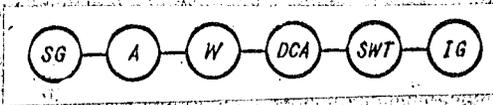


Abb. 17 Blockschema einer kontaktlosen Zündanlage

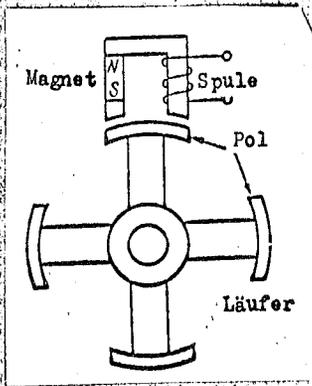


Abb. 18 Schematische Darstellung des Prinzips eines Signalgenerators

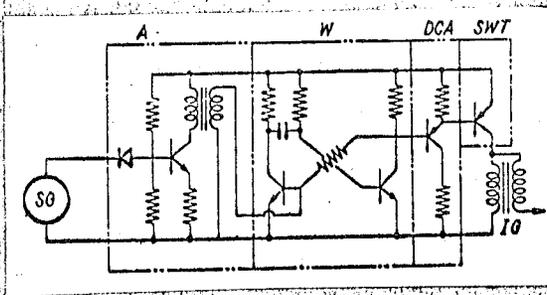


Abb. 19 Schaltbild einer kontaktlosen Transistorzündanlage

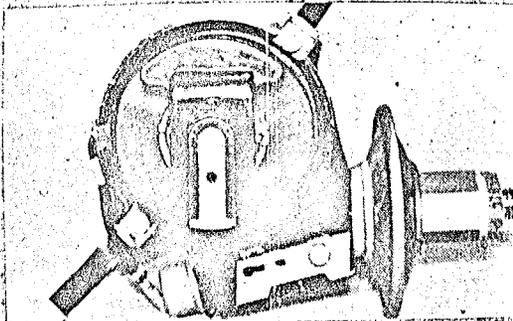


Abb. 20 Verteiler mit eingebautem Signalgenerator

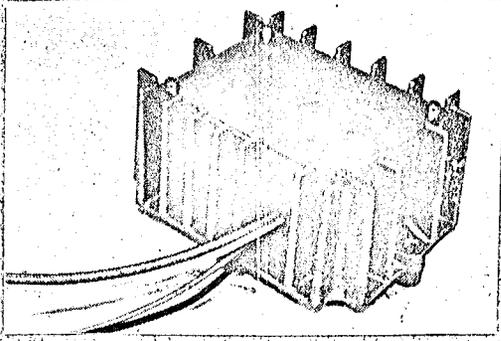


Abb. 21 Kontaktlose Transistorzündanlage

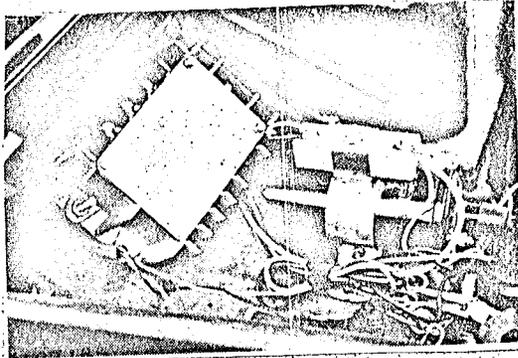


Abb. 22 Kontaktlose Transistorzündanlage, im Wagen eingebaut

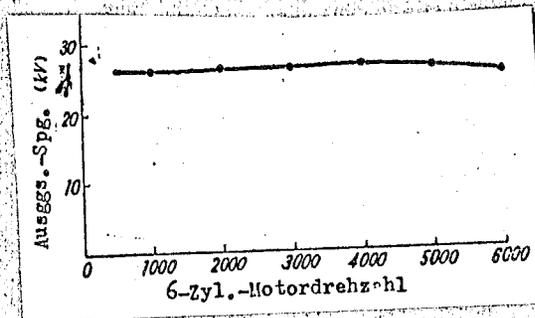


Abb. 23 Spannungscharakteristik eines kontaktlosen Verteilers

Ein weiteres kontaktloses Zündverfahren ist das in der Abb. 24 dargestellte Zündsystem, bei dem die Ausgangsleistung eines Magnetgenerators durch einen Steuergleichrichter gesteuert und zur Zündung verwendet wird. Dieses Zündverfahren wird von der amerikanischen Firma Bendix praktisch ausgeführt. Dabei wird die Leistung der stromerzeugenden Wicklung des Magnetgenerators durch einen Gleichrichter RE gleichgerichtet und zum Aufladen eines Kondensators C benützt. Durch die von einer auf den Magnetgenerator aufge-

wickelten Signalwicklung kommende Leistung wird ein SCR gesperrt, und die auf dem Kondensator C gespeicherte elektrische Ladung wird zu einer Zündspule hin freigegeben. Dieses Zündverfahren kann bei Zweiradfahrzeugen mit angebautem Magnetgenerator angebaut werden, für die gewöhnlichen Vierradfahrzeuge kann es nicht verwendet werden.

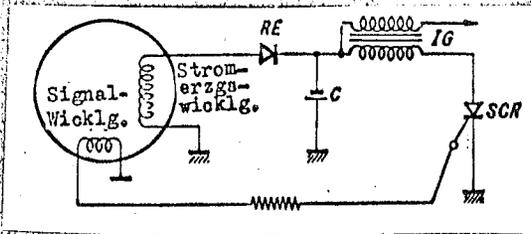


Abb. 24 Magnetzündler mit SCR zusammenarbeitend

5. Zusammenfassung

Die Zeit während des zweiten Weltkrieges war das eigentliche Zeitalter der Flugmotorenmagnetzündler (natürlich ist dieses Problem ganz sicher auch schon früher aufgetreten). Seither hat man Hand in Hand mit der Steigerung der Motordrehzahlen die Nockenform, die Form des Unterbrechers usw. eingehend untersucht und in mannigfacher Hinsicht verbessert. Diese Arbeiten sind auch heute noch keineswegs abgeschlossen. Tatsächlich kann man diese Verbesserungen nicht unbegrenzt fortsetzen, sondern es gibt hier eine Grenze, die durch die elektrische Belastbarkeit der Kontakte gezogen ist, und über kurz oder lang wird man gezwungen sein, zur Anwendung von Transistoren überzugehen, wenn man überhaupt noch weiterkommen will.

In den noch in den Zündsystemen verbleibenden mechanischen Teilen gehört der Mechanismus zur Fliehkraftwinkelvorverstellung, dessen Dauerhaftigkeit ein

besonderes Problem darstellt; auch hier ist bereits an die Anwendung von Transistoren gedacht worden. Andererseits ist man zur Zeit mit Erfolg damit beschäftigt, auch auf dem Gebiete der Zündkerze selbst ein "Längsflächenentladungsverfahren" zu entwickeln, welches den Wärmebereich der Kerze im Hinblick auf die gesteigerten Motordrehzahlen zu erweitern gestattet. Auf diesem Gebiete ist in der Zukunft noch viel zu erwarten.

In der vorliegenden Arbeit sind nun die verschiedenen im Zusammenhang mit der Steigerung der Motordrehzahl auftretenden Probleme der Zündsysteme, sowie die entsprechenden Verbesserungen und die für die Zukunft zu erwartende Entwicklungstendenz für die Motoren mit hin- und hergehenden Kolben aufgezeigt worden. Heute ist nun die Entwicklung der Gasturbine im Anlaufen begriffen, bei der lediglich die Zündung gebraucht wird. Zwischen der Steigerung der Motordrehzahl und dem Zündsystem besteht hier überhaupt kein Zusammenhang. Jedoch auch auf dem Gebiete der Gasturbine ist man in Begriff, zur Anwendung von Transistoren für das Zündsystem überzugehen, und bereits heute gibt es hierfür praktische Ausführungsbeispiele.

Literaturhinweise

- (1) G.E. Spaulding, Tr Transistor-switched ignition system may replace induction coil.
SAE Journal May 1960 p.46
- (2) Jhon G. Naborowski Ignition system United States patent office 3016477
- (3) Lucas Ignition system uses 500 volt transistor
Automotive Industries Sept. 15 1963
- (4) Miki Transistoreinrichtung Jap.Pat.Bek.Nr. 3010/1963
- (5) Miki Die Transistorzündung Jap.Zeitschr. "Jidosha Gijutsu" (=Automobiltechnik) Bd.15, H.7, (1961) S.295
- (6) Miki Untersuchungen über die Transistorzündung (2.Bericht) Jap.Zeitschr. "Jidosha Gijutsu" (Automobiltechnik) Bd.16, H.10, (1962) S. 540
- (7) R.P. Mc Clelland, A.H. Zoll
Breakerless high-frequency ignition system SAE Journal July 1963, p.74
- (8) Miki Zündanlage für Brennkraftmaschinen Jap.Pat.Bek. Nr. 15051/1962
- (9) Miki Untersuchungen über die Transistorzündung (3.Bericht) ihre Anwendung auf das "Längsflächen"-Zündverfahren Jap.Zeitschr. "Jidosha Gijutsu" (Automobiltechnik) Bd.18, H. 2 (1964) S. 180
- (10) Miki über Gasturbinenzündanlagen
Diese Zeitschrift Bd. 2, H.Nr. 13, 1963, S. 67