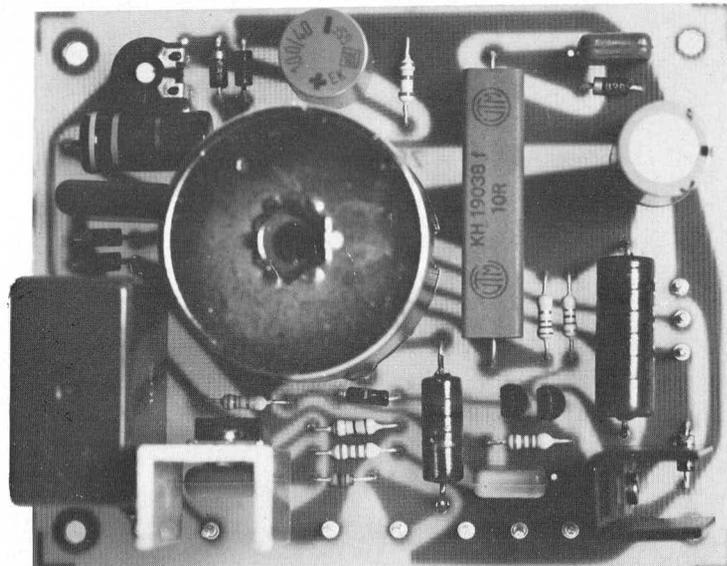


Thyristor-Kondensatorzündung mit Drehzahlmesser



Das Auto ist ein beliebtes Objekt für den Selbstbau elektronischer Zusatzgeräte, zumal man damit recht wertvolle Verbesserungen erreichen kann. Beste Ergebnisse hat der Verfasser mit der hier vorgestellten Kondensatorzündung erreicht, die sich sowohl für 12 V als auch mit sehr guten Ergebnissen für 6 V einsetzen läßt.

Fairerweise wollen wir unsere Leser aber gleich an dieser Stelle darauf hinweisen, daß der Nachbau dieser Schaltung erhöhte Anforderungen an Erfahrung und Können des Hobby-Elektronikers stellt, da in dieser Schaltung ein Sperrschwinger enthalten ist, der, so einfach er auch aussieht, doch recht kompliziert in seiner Funktion ist.

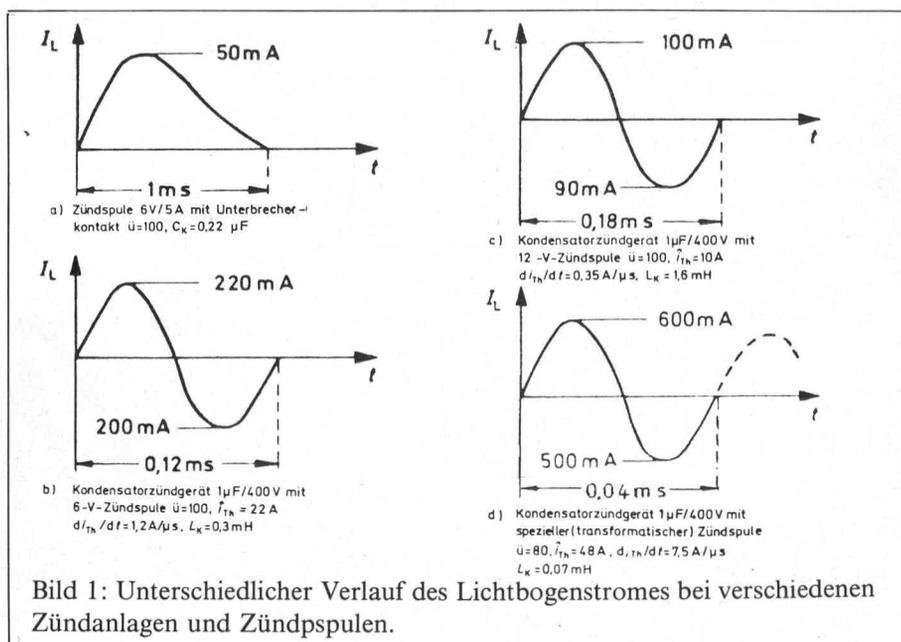
Über Zweckmäßigkeit von elektronischen Zündanlagen im Kraftfahrzeug wurde viel diskutiert. Will man jedoch Ärger beim Kaltstart wie auch bei Fahrten in großen Höhenlagen vermeiden, so steht der Nutzen einer gut durchgebildeten elektronischen Zündung außer Zweifel. Beste Ergebnisse gewährleistet hier eine Thyristor-Kondensatorzündung.

Bild 1 zeigt den Unterschied im Verlauf des Lichtbogenstromes I_L der Zündkerze für verschiedenartige Zündanlagen. Unter a) ist der Verlauf bei der üblichen Zündmethode dargestellt. Die Zündspule dient als Energiespeicher und Hochspannungstransformator. Beim Öffnen des Unterbrecherkontaktes entsteht an der Zündspule die Hochspannung, die den Lichtbogen zündet. Der dann fließende Strom erreicht maximal den Wert des Stromes im Primärkreis, dividiert durch das Übersetzungsver-

hältnis $ü$ der Zündspule. Je nach Lichtbogenspannung sowie Zündspuleninduktivität und -widerstand

Dr.-Ing. Gerd HARMS, Hannover

brennt der Lichtbogen eine gewisse Zeit, wobei der Strom fortlaufend abnimmt. Übliche Werte sind 50 mA



Lichtbogenstrom (Maximalwert) und eine Brenndauer von 1 ms. Im Hinblick auf eine sichere Einleitung des Verbrennungsvorganges ist vor allen Dingen eine möglichst lange Lichtbogenbrenndauer vorteilhaft. Als Nachteil muß der verhältnismäßig geringe Lichtbogenstrom angesehen werden. Je geringer dieser Strom ist, desto eher kommt es zum Ausbleiben des Zündfunken infolge verringerten Isolationswiderstandes des Hochspannungsteils (Feuchtigkeit, verschmutzte Kerzen). Auch die Spannungsanstiegsgeschwindigkeit spielt eine Rolle. Sie ist für die Zündanlage nach Bild 1 a am geringsten.

Nachteilig ist es weiterhin, daß der Unterbrecherkontakt eine gewisse Öffnungsgeschwindigkeit aufweisen muß, damit überhaupt ein Lichtbogen entsteht. Bei verringerter Batteriespannung (Anlassen) nimmt zudem die Zündspannung und Zündenergie ab, während bei hohen Drehzahlen die Zündspule oft nicht mehr voll aufgeladen wird, so daß es ebenfalls zu einem Abfall der Zündenergie kommt. Der Unterbrecherkontakt ist ein Verschleißteil. Er muß nachgestellt und gelegentlich erneuert werden. Bei niedrigen Drehzahlen mit geringer Kontaktöffnungsgeschwindigkeit streut der Öffnungszeitpunkt (infolge des Lichtbogens am Unterbrecherkontakt), so daß der Motor etwas ungleichmäßig läuft.

Thyristorzündung nach dem Kondensatorprinzip

Die genannten Nachteile können durch elektronische Zündanlagen weitge-

hend vermieden werden, wobei man mit einer Kondensatorzündung bessere Ergebnisse als mit der reinen Spulenzündung erzielt.

In Bild 1 ist unter b) bis d) der Verlauf des Zündstromes I_L für verschiedene Zündspulen dargestellt, wenn jeweils ein Kondensator von 1 μF mit 400 V Spannung schlagartig über die Zündspule entladen wird.

Die hochtransformierte Zündspannung ist dabei ohne großen Zeitverzug erreicht. Nach Zünden des Lichtbogens entlädt sich der Kondensator C 2 über den Thyristor Th (Bild 2) und die Kurzschluß- oder Streuinduktivität L_K der Zündspule. Die in der Kurzschluß- und Leerlaufinduktivität der Zündspule gespeicherte Energie fließt in der zweiten Halbperiode des Zündvorganges über Diode D 3 in den Kondensator C 1 zurück (Stromrichtungsumkehr). Während dieser zweiten Halbperiode hat der Thyristor Zeit, nichtleitend zu werden, so daß der Strom nach Entladen der Zündspule unterbrochen wird. Der Kondensator C 1 bildet zusammen mit der Kurzschlußinduktivität L_K der Zündspule einen Reihenschwingkreis, der über D 3 und Th sowie den Lichtbogen geschlossen ist. Durch Zünden von Th wird der Schwingkreis zu einer durch den Verlustwiderstand und den Lichtbogen gedämpften Schwingung ange-regt, die eine volle Periode dauert, wenn Th rechtzeitig löscht.

Je nach Größe von L_K erreicht der Zündstrom I_L bei vorgegebener Spannung und Kapazität eine bestimmten Maximalwert sowie eine gewisse Dauer. Der Maximalwert ist normaler-

weise größer als bei der einfachen Spulenzündung, die Dauer dagegen geringer. Dies hat Vor- und Nachteile.

Mit einer speziellen Zündspule ohne Luftspalt (kein Energiespeicher) läßt sich ein sehr hoher Zündstrom erreichen (Bild 1d). Die Zünddauer ist dafür aber erheblich geringer. Unter Umständen unterschreitet eine Halbperiode der Entladeschwingung die Freierdezeit des verwendeten Thyristors, so daß dieser nach der ersten Halbperiode noch leitend ist und es zu mehreren Schwindungen kommt (gestrichelter Verlauf). Dann ist der Lichtbogen auch wieder länger. Man kann dies bewußt herbeiführen, indem man dem Thyristor einen längeren Zündimpuls aufschaltet, so daß man mit Sicherheit einen Lichtbogen von der Dauer mehrerer Perioden erhält. Dann hat man sowohl einen hohen Zündstrom bei hoher Spannungsanstiegsgeschwindigkeit als auch eine ausreichend lange Brenndauer. Dies bedeutet aber eine hohe Zündenergie, die zu schnellem Elektrodenabbrand der Zündkerzen führt und einen Spannungswandler hoher Leistung verlangt.

Volle Zündenergie ab 2 V

Die Zündanlage nach Bild 2 ist in erster Linie für normale Zündspulen (Bild 1b, 1c) gedacht. Der Kondensator C 1 wird nach jeder Zündung durch mehrere Schwingungen eines Sperrschwingerwandlers (Tr, T 1) wieder auf die volle Spannung aufgeladen. Ist diese erreicht, spricht die Trigerdiode (Diac) Di an, die über T4, T3, T2 den Sperrschwinger abschaltet. Bei etwa 2 V Versorgungs-

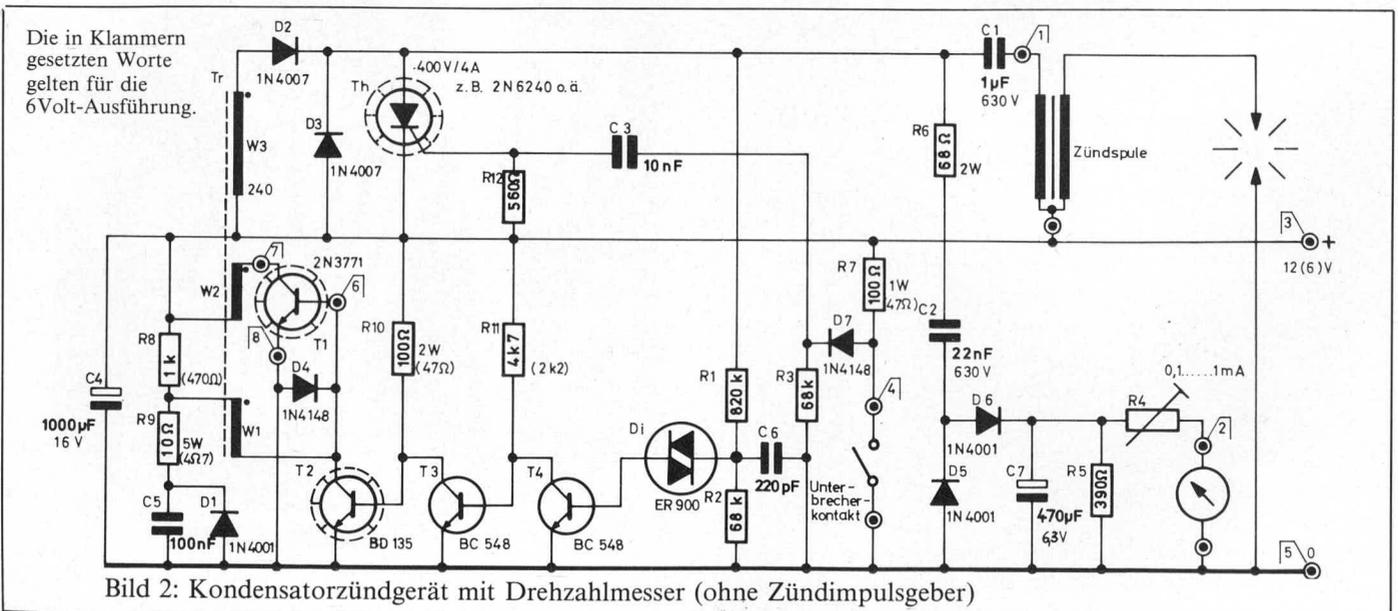


Bild 2: Kondensatorzündgerät mit Drehzahlmesser (ohne Zündimpulsgeber)

spannung wird bereits die volle Zündenergie erreicht, was besonders im Hinblick auf Kaltstarts bei entladener Batterie sehr vorteilhaft ist. Die 6-V-Ausführung arbeitet bis zu einer Versorgungsspannung von 15 V. Allerdings sind dann einige Widerstände überlastet. (Die eingeklammerten Werte gelten für die 6-V-Ausführung, für 12 V Versorgungsspannung gelten die nicht eingeklammerten Werte.) Die 6-V-Ausführung erreicht ohne Leistungsabfall eine Zündfolgefrequenz von 250 bis 300 Hz (7 500 bis 9 000 U/min — 4-Zylinder, Viertakt). Mit der 12-V-Ausführung lassen sich nicht ganz die doppelten Werte erreichen.

Wer die beschriebene Anlage nachbauen möchte, der findet in Tafel 1 die erforderlichen Angaben. Die Triggerdiode Di muß vor Einbau zusammen mit einem Reihen- oder Vorwiderstand Rv überprüft werden, da sie für den hier vorgesehenen Zweck nicht ausgelegt ist. (Die angegebenen Werte müssen auch im heißen Zustand eingehalten werden: probeweises Erwärmen durch Lötkolben.) Der Spannungsteiler R 1, R 2 ist so einzustellen, daß U_H einen Wert von 380 bis 400 V aufweist. (Dies kann durch Messung im Ruhestand überprüft werden; C 1 wird dann periodisch nachgeladen.) Die Wicklung w 2 besteht zweckmäßigerweise aus zwei parallelen Hälften, die

zur Erhöhung der Kopplung des Luftspalttransformators unter und über Wicklung w 1 anzuordnen sind. Der Drehzahlmesser wird mit Hilfe von R 4 geeicht. Wird er nicht benötigt, ist Punkt c auf Nullpotential zu legen, da wegen der Zündspuleninduktivität ohne C 2 der Aufladevorgang für C 1 verschlechtert wird.

Betriebserfahrungen

Die besprochene Zündanlage hat sich im Kraftwagen des Verfassers sehr gut bewährt. Dazu wurde der Elektrodenabstand der Zündkerzen um 0,2 mm vergrößert (zu viel hat keinen Zweck, weil sonst die Hochspannungsisolierung überbeansprucht wird).

Das Auto springt jedesmal augenblicklich an. Der Motor läuft in allen Drehzahlbereichen vollkommen gleichmäßig, dies macht sich besonders bei Leerlauf und Vollgas bemerkbar. Der Kraftstoffverbrauch ist geringer. Die Motorleistung ist spürbar höher. Dies äußert sich in der Spitzengeschwindigkeit und im Zugvermögen am Berg.

Diese Ergebnisse setzen allerdings eine sehr genaue Einstellung des Zündzeitpunktes voraus. Ist diese Einstellung einmal vollzogen, so bleibt sie auch erhalten, da es keine Veränderung durch Abnutzung gibt.

Stückliste:

Thyristor-Kondensatorzündung

Transformator Tr

Kern: P 36/22 o.L. 3H1 (Valvo)
Luftspalt: 2 x 0,2 mm (4 Schichten Tesafilm)

Wicklungen:

- W 1: 8 Wdgn. 2 x 0,65 CuL
 - W 2: 8 Wdgn. 4 x 0,65 CuL
 - W 3: 240 Wdgn. 1 x 0,25 CuL
- W 1 und W 2 ineinander verschachtelt
W 3 nach jeder Lage Isolierzwischenlage

Halbleiter

- T 1 2N 3771
- T 2 BD 135
- T 3, 4 BC 548 C
- D 1, 5, 6 1N 4001
- D 2, 3 1N 4007
- D 4, 7 1N 4148
- Triggerdiode Di ER 900
- Einschaltstrom: < 3 uA
- Ausschaltstrom: > 15 uA mit R_v ≈ 60 K

Thyristor 400 V/4 A

Passive Bauelemente laut Schaltplan

