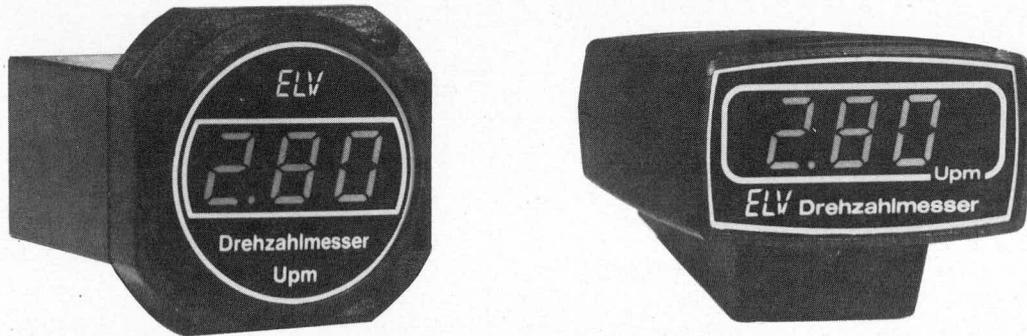


Digital-Kfz-Drehzahlmesser

Für Benzin- und Dieselmotore



Sowohl für Benzin- als auch für Dieselmotore ist der hier vorgestellte Kfz-Drehzahlmesser gleichermaßen geeignet. Die Anzeige erfolgt mit hoher Auflösung (10 Upm) bei schneller Meßfolge (3 Messungen pro Sekunde) digital auf einem 3stelligen helleuchtenden LED-Display, dessen Helligkeit optional regelbar ist.

Das Gerät ist für 1- bis 12-Zylinder-Motore bis zu einer Drehzahl von 10 000 Upm sowie für Dieselmotore mit Drehstromlichtmaschine geeignet.

Allgemeines

Ein Drehzahlmesser ist heutzutage fast schon in jedem Kfz obligatorisch. Hierbei ist die Verbreitung in Fahrzeugen mit Benzinmotoren erheblich höher als bei Dieselfahrzeugen. Dies beruht im wesentlichen darauf, daß bei Benzinmotoren als Meßsignalgeber der in jedem Fall vorhandene Unterbrecherkontakt, egal ob mechanisch oder elektronisch, zur Verfügung steht, während bei Dieselfahrzeugen die Informationsgewinnung zum Teil recht aufwendig sein kann. Doch auch hier gibt es eine interessante und einfache Möglichkeit.

Drehzahlmessung bei Benzinmotoren

Der Unterbrecherkontakt zur Ansteuerung der Zündspule, mechanisch oder elektronisch, liegt im Primärkreis, d. h. er schaltet die 12 V-Kfz-Bordspannung auf die Zündspule.

Bei 4-Taktmotoren erfolgt pro Zylinder bei jeder zweiten Umdrehung ein Zündvorgang, während bei 2-Takttern, die üblicherweise mit Gemisch betrieben werden, jeder Zylinder bei jeder Umdrehung einmal gezündet wird. Hierauf basierend kann nun leicht das Verhältnis zwischen Zündvorgängen und Motordrehzahl errechnet werden.

Bei der Drehzahl eines Viertakters von z. B. 6000 Upm (Umdrehungen pro Minute) wird jeder Zylinder 3000 Mal gezündet, entsprechend 12000 Zündvorgängen pro Minute. Diese 12000 Impulse oder 200 Hz entsprechen somit einer Drehzahl von 6000 Upm. Eine Kalibrierung, auf die wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher eingehen, ist somit auf einfachste Weise mit Hilfe einer genau bekannten Festfrequenz möglich.

Drehzahlmessung bei Dieselmotoren

Dieselmotore benötigen für ihren Betrieb keine elektrischen Zündimpulse, d. h. es

steht auch kein Unterbrecherkontakt als Ausgangsbasis für Drehzahlmessungen zur Verfügung. Es ist daher erforderlich, sich nach einem anderen Meßwertgeber umzusehen, dessen Ausgangsfrequenz der Motordrehzahl direkt proportional ist.

Hier bietet sich die Drehstromlichtmaschine an, die meist über eine Keilriemenscheibe direkt mit dem Dieselmotor gekoppelt ist.

Deutsche Kraftfahrzeuge haben meistens Bosch-Drehstromlichtmaschinen mit 6 Klauenpolen. Daraus folgt eine Ausgangsfrequenz von 100 Hz pro 1000 Upm (1000 Umdrehungen pro Minute x 6 Pole: 60 Sekunden = 100 Hz).

Kennt man nun zusätzlich das Übersetzungsverhältnis zwischen Motordrehzahl und Lichtmaschine, das üblicherweise in der Größenordnung von 1:2 liegt (Minimum: 1:1, Maximum: 1:4), so kann man auch hier mit Hilfe einer genau bekannten Festfrequenz eine Kalibrierung auf einfachste Weise vornehmen. Dieses Übersetzungsver-

hältnis ist den Kfz-Werkstätten für nahezu alle Kraftfahrzeuge bekannt.

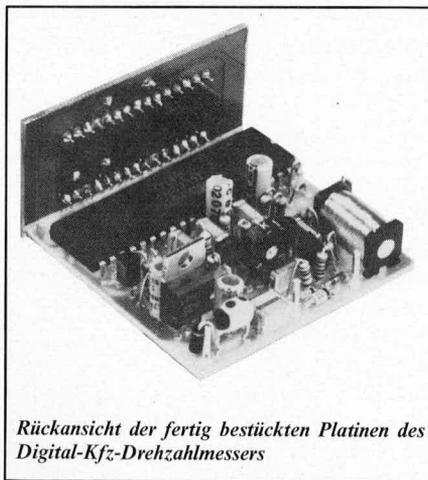
Steht diese entsprechende Information nicht zur Verfügung, so muß der Abgleich im Fahrzeug mit Hilfe eines externen professionellen Drehzahlmessers erfolgen.

In japanischen Fahrzeugen werden in vielen Fällen ebenfalls Drehstromlichtmaschinen mit 6 Klauenpolen eingebaut, so daß hier die Verhältnisse ähnlich liegen.

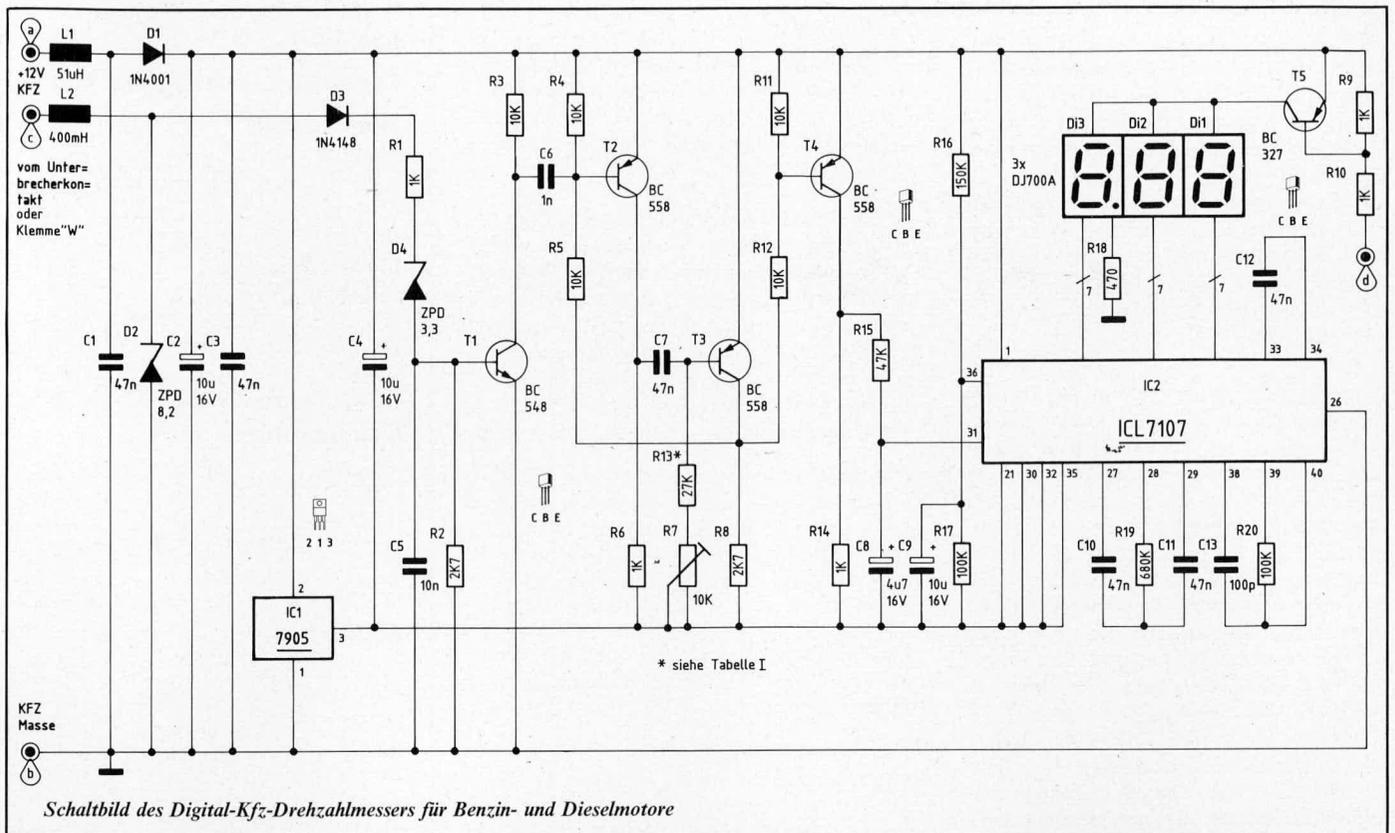
Abschließend stellt sich in diesem Zusammenhang noch die Frage, an welcher Stelle die der Drehzahl proportionale Ausgangsfrequenz abzunehmen ist.

Bei den meisten, um nicht zu sagen fast allen, neueren Dieselfahrzeugen besitzen die Drehstromlichtmaschinen einen zusätzlichen mit „W“ bezeichneten Anschluß, der für vorstehend beschriebene Drehzahlmessungen zur Verfügung steht. Ist dieser Anschluß nicht vorhanden, kann in jeder Boschdienst-Werkstatt der betreffende Anschluß nachträglich herausgeführt werden. Die Kosten hierfür liegen je nach Schwierigkeitsgrad in der Größenordnung von DM 50,—. Für die technisch besonders interessierten Leser wollen wir nachfolgend noch einige weitere Details in Verbindung mit Drehstromlichtmaschinen erläutern:

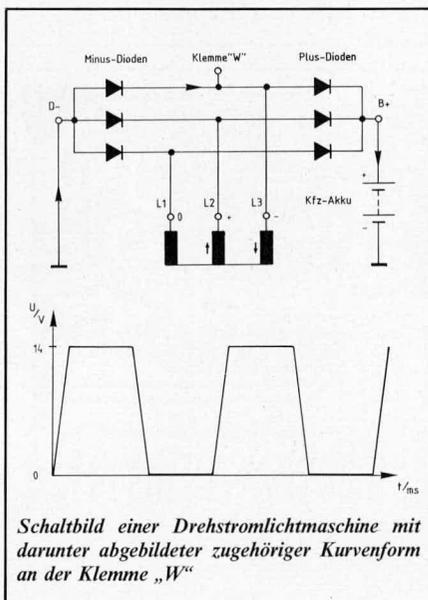
Grundsätzlich gibt ein Drehstromgenerator zunächst eine Wechselspannung ab, wobei die einzelnen Phasen eine ganz bestimmte definierte Phasenverschiebung zueinander haben. Damit der Kfz-Bordakku daraus gespeist werden kann, ist eine Gleichrichtung mit Hilfe entsprechend leistungsstarker Gleichrichterioden erforderlich. Am Ausgang steht somit eine für den Ladevorgang optimal geeignete Gleichspannung zur Verfügung. Für die Impulsgewinnung zur Drehzahlmessung ist diese Spannung jedoch



Rückansicht der fertig bestückten Platinen des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



vollkommen ungeeignet. Dies ist u. a. auch der Grund, weshalb die früher eingesetzten Gleichstromlichtmaschinen keine Möglichkeit zur Drehzahlabnahme boten. Bei Drehstromlichtmaschinen hingegen muß lediglich vor der Gleichrichtung das gewünschte Meßsignal, d. h. eine der Drehzahl proportionale Frequenz abgenommen werden. Wie man sieht, eine höchst einfache Sache.



In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß Drehstromlichtmaschinen neben der größeren Leistung besonders im niedrigen Drehzahlbereich gegenüber Gleichstromlichtmaschinen den Vorteil der günstigeren Regelmöglichkeit aufweisen.

Zur Schaltung

Sowohl bei der Drehzahlabnahme über die Klemme „W“ bei Drehstromlichtmaschinen als auch in besonderem Maße beim An-

schluß an Unterbrecherkontakte treten in hohem Maße im Kraftfahrzeug Störspannungen auf, die im Bereich der Unterbrecherkontakte mehrere 100 V betragen können. Für die Ansteuerung der Eingangsschaltung eines Kfz-Drehzahlmessers bedeutet dies eine extreme Beanspruchung, da auf einem 12 V-Nutzpegel ein unvergleichlich höheres Störsignal liegen kann.

Die Qualität eines Drehzahlmessers wird in hohem Maße von der Güte der Eingangsschaltung bestimmt, denn zur Auswertung und Weiterverarbeitung ist ein sauberes Rechtecksignal erforderlich. Dies wird mit der hier vorliegenden Schaltung in nahezu idealer Weise realisiert.

Das vom Meßwertgeber (Unterbrecherkontakt oder Klemme „W“) kommende Steuerungsignal ist der Drehzahl direkt proportional. Es wird zunächst über die Drossel L 2 auf die Z-Diode D 2 gegeben. Durch diese Schaltungskombination in Verbindung mit der verhältnismäßig hohen Induktivität der Spule L 2 werden auch sehr hohe Störspitzen mit steilen Flanken gut ausgesiebt.

Das so aufbereitete Signal gelangt über D 3, R 1 und D 4 auf die Basis des ersten Schalttransistors T 1, an dessen Eingang zusätzlich noch das R/C-Glied R 2/C 5 zur weiteren Siebung liegt.

Am Kollektorwiderstand R 3 des Transistors T 1 steht eine saubere Rechteckspannung an, die der Drehzahl des Benzin- oder Dieselmotors direkt proportional ist.

C 6 bildet mit R 4, R 5 ein Differenzglied das bei einer abfallenden Impulsflanke am Kollektor von T 1 einen Impuls auf die Basis von T 2 gibt.

T 2 und T 3 stellen in Verbindung mit ihrer Zusatzbeschaltung einen monostabilen Multivibrator dar, der durch seine konstante Impulsdauer zur Drehzahlmessung geeignet

ist. Die genaue Impulsbreite (Monozeit) zur späteren Kalibrierung kann mit R 7 eingestellt werden. Die bei den verschiedenen Motortypen erforderlichen Werte für den Reihenwiderstand R 13 sind aus Tabelle I zu entnehmen. Über R 12 gelangen die Ausgangsimpulse auf den Puffer-Schalttransistor T 4.

Mit Hilfe von R 15/C 8 werden diese Impulse integriert. Hierdurch stellt sich über C 8 eine Gleichspannung ein, die exakt der Drehzahl des Motors entspricht.

Die Spannung an C 8 wird auf den Eingang (Pin 31) des IC 2 gegeben. Hierbei handelt es sich um den bereits vielfach eingesetzten und bekannten Typ ICL 7107. Eine zwischen den Anschluß-Pins 30 und 31 anliegende Meßspannung wird in einen entsprechenden Digitalwert umgewandelt, der dann auf einem LED-Display abgelesen werden kann.

Zur Einstellung des Skalenfaktors, d. h. zur Anpassung des ELV-Digital-Kfz-Drehzahlmessers an die verschiedenen Motoren dient der bereits erwähnte Trimmer R 7, daher ist eine zusätzliche Kalibrierung der Referenzspannung des IC 2 nicht erforderlich. Diese wird über R 16, R 17 auf einen festen Wert gelegt, da die Kalibrierung nur an einer Stelle erforderlich ist. Die genaue Einstellung wird im weiteren Verlauf dieses Artikels detailliert beschrieben.

Eine zusätzliche Nullpunkteinstellung kann entfallen, da im vorliegenden Fall eine Drehzahl von 0 Upm auch genau einer Spannung von 0 V entspricht, und das IC 2 eine automatische Nullpunkt Korrektur besitzt.

Die Stromversorgung der Schaltung erfolgt direkt aus dem Kfz-Bordnetz. Zunächst wird die 12 V-Spannung über L 1, C 1 gefiltert und anschließend über D 1, C 2, C 3 entkoppelt und gesiebt.

Mit Hilfe des Festspannungsreglers IC 1 wird eine stabilisierte 5 V-Versorgungsspannung erzeugt, die über dem Kondensator C 4 abfällt, und zum Betrieb des IC 2 sowie des Frequenz-Spannungs-Wandlers (T 2 bis T 4 mit Zusatzbeschaltung) dient. Darüber hinaus benötigt das IC 2 an seinem Anschluß-Pin 26 eine weitere Spannung, die gegenüber dem Anschluß-Pin 21 negativ sein muß. Diese Spannung wird direkt von der Kfz-Masse abgenommen (Platinenanschlußpunkt „b“). Eine zusätzliche Stabilisierung ist hier nicht erforderlich.

Wird eine Helligkeitsregelung der 3 LED-Anzeigen gewünscht, kann hierzu die im „ELV journal“ Nr. 37 beschriebene Schaltung „Automatische Helligkeitssteuerung für LED-Anzeigen“ herangezogen werden. Diese Schaltung beinhaltet einen Lichtsensor (LDR 07), der in Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit eine Tastlückensteuerung der Ausgangsimpulse vornimmt. Diese Ausgangsimpulse steuern über R 10 den Schalttransistor T 5 an. Je größer die Umgebungshelligkeit, desto kürzer die Tastlücke und desto heller die LED-Anzeige.

Die Schaltung des Automatik-Lichtdimmers wird auf einer separaten kleinen Leiterplatte aufgebaut. Sie kann gleichzeitig bis zu 10 verschiedene digitale LED-Anzeigegeräte aus der ELV-Serie Kfz-Elektronik ansteuern. Die Bauteile T 5, R 9, R 10 finden auf der Leiterplatte des jeweiligen Anzeigegerätes Platz.

Wird auf eine entsprechende automatische Helligkeitsregelung verzichtet, können die letztgenannten Bauelemente ersatzlos entfallen, wobei eine zusätzliche Brücke zwischen Kollektor- und Emitteranschluß des Transistors T 5 einzubauen ist.

Zum Nachbau

Die Bestückung der Platine wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen. Zuerst sind die hohen und dann die niedrigen Bauelemente auf die Platinen zu setzen und zu verlöten.

Nachdem die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Anzeigenplatine im rechten Winkel an die Basisplatine gelötet werden, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatine hervorsteht. Wichtig ist hierbei, daß keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Verbindungsleitungen auftreten.

Die positive Versorgungsspannung (Schaltungspunkt „a“), die im Bereich zwischen +8 V und +15 V schwanken darf, ist hinter einer Fahrzeugsicherung abzunehmen, die über das Zündschloß ein- und wieder ausgeschaltet wird.

Die Schaltungsmasse („b“) wird mit dem Minuspol der Versorgungsspannung (Kfz-Masse) verbunden.

Die dritte Zuleitung („c“) wird bei Dieselfahrzeugen direkt mit der Klemme „W“ der Drehstromlichtmaschine verbunden. Bei Benzinmotoren erfolgt der Anschluß am Unterbrecherkontakt bzw. an dem entsprechenden Anschluß der Zündspule.

Sofern eine elektronische Zündung eingesetzt wird, und diese einen entsprechenden Steuerausgang besitzt, kann der Punkt „c“ auch hier angeschlossen werden, wobei man sich vergewissern sollte, daß der Steuerausgang eine Last von 500 Ω zu treiben in der Lage ist und darüber hinaus eine ausreichende Spannungshöhe (12 V Hub) zur Verfügung stellt. Sind letztgenannte Forderungen

Stückliste:

Digital-Kfz-Drehzahlmesser

Widerstände

470 Ω	R 18
1 k Ω ...	R 1, R 6, R 9, R 10, R 14
2,7 k Ω	R 2, R 8
10 k Ω	R 3-R 5, R 11, R 12
27 k Ω	R 13
47 k Ω	R 15
100 k Ω	R 17, R 20
150 k Ω	R 16
680 k Ω	R 19
10 k Ω , Trimmer, stehend	R 7

Kondensatoren

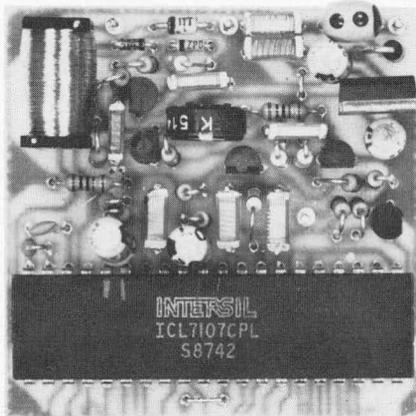
100 pF	C 13
1 nF	C 6
10 nF	C 5
47 nF ..	C 1, C 3, C 7, C 10-C 12
4,7 μ F/16 V	C 8
10 μ F/16 V	C 2, C 4, C 9

Halbleiter

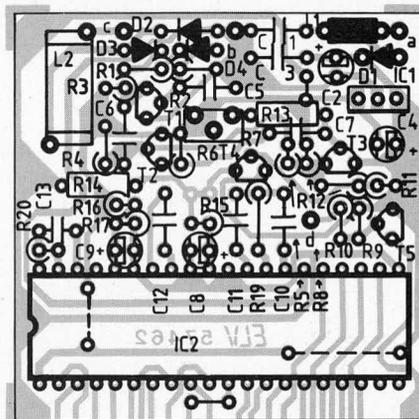
ICL7107	IC 2
7905	IC 1
BC327	T 5
BC548	T 1
BC558	T 2-T 4
1N4001	D 1
1N4148	D 3
ZPD 3,3 V	D 4
ZPD 8,2 V	D 2
DJ700A	Di 1-Di 3

Sonstiges

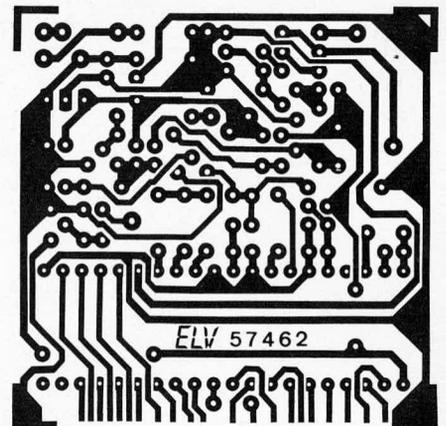
51 μ H	L 1
400 mH	L 2
4 Lötstifte	
10 cm Silberdraht	
3 m flexible Leitung 2 x 0,4 mm ²	
3 m ladrige, abgeschirmte Leitung	



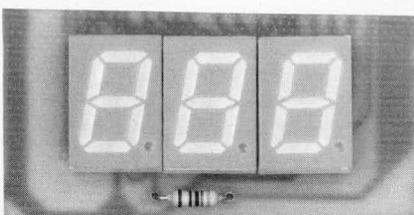
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



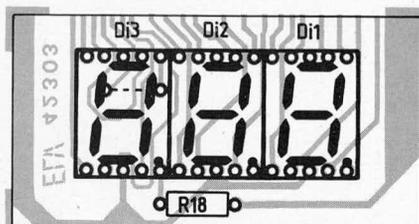
Bestückungsseite der Basisplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



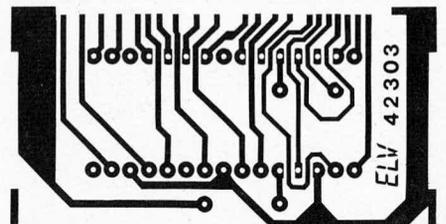
Leiterbahnseite der Platine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers

gen nicht erfüllt, ist durch geringfügige schaltungstechnische Veränderungen auch hier eine Möglichkeit zum Anschluß des ELV-Digital-Kfz-Drehzahlmessers gegeben. Folgende Änderungen sind vorzunehmen:

L 2 und D4 werden ausgelötet und jeweils durch eine Brücke ersetzt. D 2 entfällt ersatzlos. R 1 und R 2 werden durch einen 10 k Ω -Widerstand ersetzt, und C 5 ist auf 1 nF zu verkleinern.

Sollte ein evtl. vorhandener Steuerausgang einer elektronischen Zündung keinen positiven Strom treiben können, schafft ein zusätzlicher 10 k Ω -Widerstand, der von +12 V zum Schaltungspunkt „c“ gelötet wird, Abhilfe. In jedem Fall sollte man sich jedoch vorher von den Daten des entsprechenden Schaltausgangs überzeugen, um einen Defekt zu vermeiden.

Die vorstehend genannten Schaltungsänderungen sind im allgemeinen nicht erforderlich, da die hier vorgestellte, im ELV-Labor entwickelte Schaltung eine gute Empfindlichkeit bei sehr großer Störunterdrückung gewährleistet.

Sofern eine automatische Helligkeitsregelung gewünscht wird, ist von der auf der Hauptplatine angeordneten Schaltstufe (T 5, R 9, R 10) eine Verbindung zur Ansteuerung, die separat aufzubauen ist, herzustellen. Die Verbindung erfolgt über den Platinenanschlußpunkt „d“.

Für den Einbau in ein entsprechendes Gehäuse stehen sowohl Aufbau- als auch Einbaugeschäfte aus der ELV-Serie Kfz-Elektronik zur Verfügung. Der funktionstüchtige Baustein wird einfach in das Gehäuse geschoben. Eine weitere Fixierung bzw. Verschraubung ist nicht erforderlich. Zu beachten ist lediglich, daß die Basisplatine mit den Bauelementen nach unten weisend in das Gehäuse eingesetzt wird.

Der Abgleich

Die Einstellung, d. h. der Abgleich ist ohne aufwendige Hilfsmittel auf einfache Weise möglich.

Zwischen die Platinenanschlußpunkte „c“ (Eingang) und „b“ (Masse) wird eine Frequenz von exakt 100 Hz angelegt. Man gewinnt diese Frequenz aus einer brücken-gleichgerichteten Netzwechselfrequenz im Bereich zwischen 5 V und 15 V, wie dies aus Bild 2 ersichtlich ist.

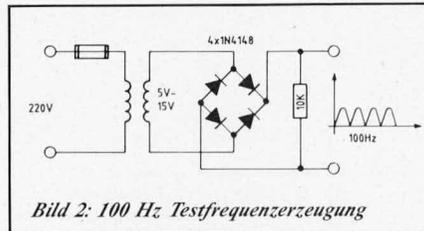


Bild 2: 100 Hz Testfrequenzzeugung

Je nach Art (2-Takt- bzw. 4-Takt-Motor) und Zylinderzahl des Verbrennungsmotors ist mit R 7 anschließend der in Tabelle I angegebene Drehzahlwert auf der 3stelligen Digitalanzeige einzustellen. Der Wert des Vorwiderstandes R 13 ist ebenfalls der Tabelle I zu entnehmen.

Tabelle I			
Zylinderzahl		Drehzahl bei $f_{TN} = 100 \text{ Hz}$	R ₁₃ [Ω]
4-Takt	2-Takt		
1		12 000	136 k*
2	1	6 000	68 k
3		4 000	39 k
4	2	3 000	27 k
5		2 400	22 k
6	3	2 000	18 k
8	4	1 500	10 k
12	6	1 000	10 k

* 2 in Reihe geschaltete 68 k Ω Widerstände

Zu beachten ist hierbei, daß der auf der 3stelligen Anzeige erscheinende Wert in 1000 U_{pm} angezeigt wird, d. h. das Komma (Punkt) steht zwischen 1000er und 100er-Stelle. Eine Anzeige von 3.00 entspricht also 3000 Umdrehungen pro Minute.

Für den Abgleich des Drehzahlmessers in Dieselfahrzeugen kann man in ähnlicher Weise vorgehen. Auch hier wird eine Frequenz von 100 Hz an die Eingangsklemmen „c“ und „b“ (Masse) angeschlossen. Derjenige Wert, der mit dem Trimmer R 7 (R 13 = 10 k Ω) auf der 3stelligen Digitalanzeige einzustellen ist, wird nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Drehzahl} = \frac{\text{Eingangsfrequenz} \times 60}{\text{Übersetzung} \times \text{Klauenpolzahl}}$$

Beispiel:

Eingangsfrequenz: 100 Hz

Übersetzung: z. B. 2 (bei einem Verhältnis von 1:2)

Klauenpolzahl: Üblicherweise 6

Auf unser Beispiel bezogen ergibt sich eine Drehzahl von 500 U_{pm}, d. h. die Anzeige ist auf „0.50“ einzustellen.

Ist das Übersetzungsverhältnis bzw. die Klauenpolzahl nicht bekannt, so muß die Kalibrierung im Fahrzeug erfolgen. Mit einem externen Drehzahlmesser, der z. B. mit Hilfe von Strichmarkierungen auf einer Keilriemenscheibe die Motordrehzahl erfassen kann, wird bei einer mittleren Drehzahl die Anzeige des ELV-Drehzahlmessers mit R 7 in Übereinstimmung mit der Anzeige des externen Drehzahlmessers gebracht.

Sollte der Einstellbereich des Trimmers R 7 nicht ausreichen, so ist ggfls. der Vorwiderstand R 13 anzupassen.

Damit ist der Abgleich beendet, und dem Einsatz dieses interessanten Kfz-Drehzahlmessers steht nichts mehr im Wege.