

ELV Motor-Tester MT 2000 kompakt

Mit diesem universellen, in einem handlichen Gehäuse eingebauten Motor-Tester, können alle wesentlichen Messungen an der Zündanlage eines Kfz's auf einfache Weise vorgenommen werden.

Es können Drehzahl, Schließwinkel, Bordspannung, Kontaktübergangswiderstand sowie Zündkabelwiderstand gemessen werden.

Allgemeines

Wartungs- und Einstellarbeiten an der Zündanlage eines Kfz's sind mit Hilfe geeigneter Meßgeräte leicht selbst durchzuführen, bei gleichzeitiger hoher Effektivität. Eine korrekt eingestellte Zündanlage kann Benzineinsparungen bringen, die innerhalb kürzester Zeit die aufgewendeten Kosten für das Meßgerät überschreiten. In diesem Zusammenhang ist es selbstverständlich um so wichtiger, als daß es sich bei den eingesetzten Meßgeräten um präzise arbeitende Schaltungen handelt, die auf die im Kfz vorkommenden Gegebenheiten abgestimmt sind. Besonders ist hierbei der erhebliche Störanteil auf den in dem Kfz vorhandenen Signalen zu berücksichtigen.

Der im ELV-Labor entwickelte Motor-Tester „MT 2000 kompakt“ besitzt eine ausgereifte Schaltungstechnik, die sich in einer hohen Präzision und Störsicherheit der Meßergebnisse niederschlägt.

Drehzahl, Schließwinkel, Spannungs- und Widerstandsmessungen werden mit einer Genauigkeit von ca. 1 % gemessen, bei einer ungewöhnlich hohen Auflösung.

Die mit dem „MT 2000 kompakt“ durchgeführten Einstellarbeiten weisen daher eine besondere Qualität auf.

Bedienung und Funktion

Zur Drehzahlmessung wird das 2adrige Meßkabel einfach direkt an den Unterbrecherkontakt angeschlossen, wobei die Minusklemme mit der Kfz-Masse, d. h. mit dem Minuspol der Batterie, zu verbinden ist. Bei Fahrzeugen mit umgekehrter Polarität, für die der „MT 2000 kompakt“ gleichfalls einsetzbar ist, muß die Polarität der Anschlußkabel vertauscht werden.

Der Meßbereichwahlschalter wird nun in seine erste Stellung „Drehzahl“ gebracht. Auf der Anzeige ist die Drehzahl des Motors mit einer Auflösung von 10 Upm abzulesen.

Bringt man den Drehschalter in die zweite Stellung „Schließwinkel“, kann der Schließwinkel direkt in Prozenten abgelesen wer-

den, bei einer Auflösung von 0,1 %. Ein Umstecken der Anschlußklemmen ist hierbei nicht erforderlich.

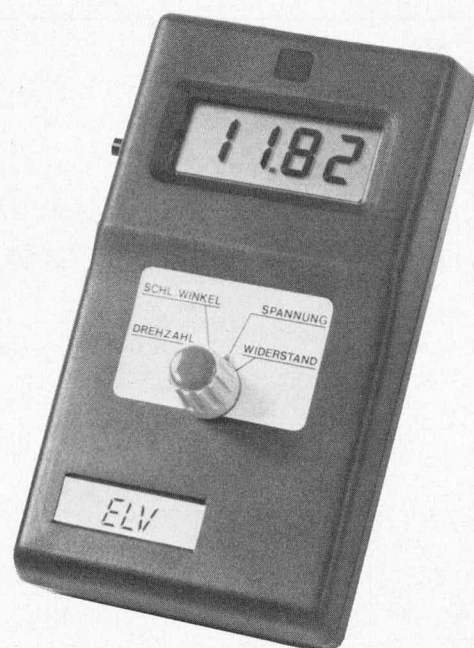
Durch einfaches Umschalten zwischen den beiden Meßbereichen 1 und 2 kann unmittelbar jede beliebige Drehzahl den Schließwinkeln zugeordnet werden.

Um eine universelle Schließwinkelanzeige zu erhalten, unabhängig von der Zylinderzahl der zu testenden Motore, haben wir uns entschlossen, die Anzeige in „%“ vorzunehmen. Hierbei bedeutet ein Schließwinkel von 100 %, daß der Kontakt permanent geschlossen ist, während 0 % eine dauernde Öffnung des Kontaktes anzeigt. Bei einem Tastverhältnis von 1 : 1 ist der Kontakt die halbe Zeit geschlossen und die andere Hälfte der Zeit geöffnet. Dies bedeutet einen Schließwinkel von 50 %.

Um die am Unterbrecherkontakt einzustellende, vom Hersteller gemachte Schließwinkelangabe in Prozent umzurechnen, bedient man sich folgender Formel:

$$\text{Schließwinkel (\%)} = \frac{\text{Zylinderzahl}}{360^\circ} \cdot 100\%$$

Ein vom Hersteller bei einem 4-Zylinder-



Motor angegebener Schließwinkel von 50,0° ergibt nach vorstehender Formel einen Schließwinkel in % von:

$$50,0^\circ \cdot \frac{4}{360^\circ} \cdot 100\% = 55,6\%$$

Die Anzeige wäre also bei einer Herstellerangabe von 50,0° auf 55,6 % bei einem 4-Zylinder-Motor einzustellen.

Dieser Meßbereich ist daher vollkommen unabhängig von der Zylinderzahl des zu testenden Motors einsetzbar.

In der dritten Schalterstellung sind Spannungsmessungen mit einer Auflösung von 0,01 V im Bereich von 0–20 V möglich.

Es kann sowohl die Bordspannung auf ihre richtigen Werte hin überprüft werden, als auch die tatsächlich an den Lampen bzw. an dem Akku anliegende Spannung.

Aufgrund der hohen Auflösung sind darüber hinaus auch Spannungsabfälle an Zuleitungen und Kontakten meßbar, wodurch sich eine Fehlersuche bei Kontaktübergangswiderständen usw. einfach gestaltet.

Als weiteren sehr wichtigen Meßpunkt wird in diesem dritten Bereich der Kontaktübergangswiderstand des Unterbrecherkontaktes gemessen. Er wird sinnvollerweise nicht, wie der Name vielleicht vermuten läßt, in Form eines niederohmigen Widerstandes gemessen, sondern praxisbezogen als effektiver Spannungsabfall über dem Kontakt selbst.

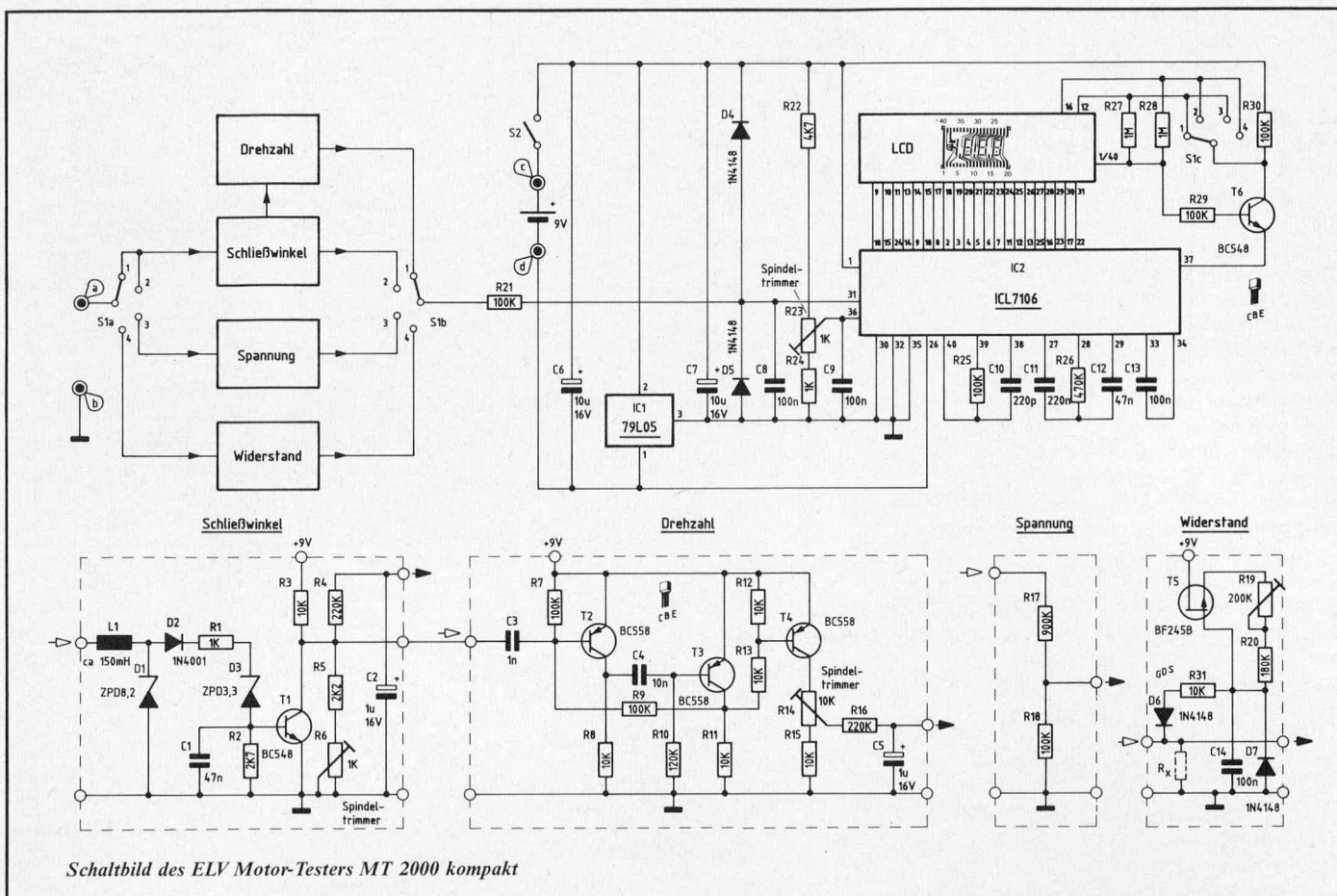
Aufgrund der unterschiedlichen Ströme, die bei den verschiedenen Typen von Zündspulen fließen können, ist eine Widerstandsaussage weitgehend uninteressant. Was tatsächlich zählt, ist der Spannungsabfall am geschlossenen Unterbrecherkontakt bei eingeschalteter Zündung.

Als gute Werte können Spannungsabfälle unter 0,20 V gewertet werden, wobei ein max. Spannungsabfall nicht über 1,0 V liegen sollte. Bei höheren Werten ist der Kontakt auszutauschen.

In der vierten Schalterstellung werden Widerstände im Bereich von 0–100 kΩ bei einer

Technische Daten:

Drehzahlmeßbereich:	10 – ca. 15000 Upm
Auflösung:	10 Upm
Genauigkeit:	ca. 1 %
Meßpunkte:	Unterbrecherkontakt – Masse
Schließwinkelmessung:	0 – 100 %
Auflösung:	0,1 % (!)
Genauigkeit:	ca. 1 %
Meßpunkte:	wie 1.
Spannungsmessung:	0 – 19,99 V
Auflösung:	0,01 V = 10 mV
Genauigkeit:	0,1 %
Widerstandsmessung:	0 – 100,0 kΩ
Auflösung:	0,1 kΩ = 100 Ω
Genauigkeit:	ca. 1 %



Schaltbild des ELV Motor-Testers MT 2000 kompakt

Auflösung von 0,1 k Ω , entsprechend 100 Ω , gemessen.

In diesem Meßbereich werden z. B. die Widerstände innerhalb der Zündanlage wie folgt überprüft.

- Bei eingebauten Widerständen im Verteilerfinger muß der Widerstand zwischen Verteilerfingermitte und Verteilerfingerausgang 5 k Ω betragen.
- Von der Verteilerkappe bis zum Ausgang des Zündkerzensteckers muß der Widerstand bei nicht entstörten Leitungen 1 k Ω betragen und bei entstörten Zündkerzensteckern 5 k Ω .

Die Entstörung des Fahrzeuges wird um so besser, je hochohmiger dieser Widerstand ist. Es können auch durchaus Werte von über 5 k Ω bis in die Größenordnung von 10 k Ω gewählt werden. Zu beachten ist allerdings in diesem Zusammenhang, daß die Entstörung bei zunehmendem Widerstand zwar größer wird, dies jedoch zu Lasten der Motorleistung und des Benzinverbrauches geht, da nicht mehr die volle Zündenergie zur Verfügung steht. Grundsätzlich sind auch Werte von 50 k Ω denkbar, die eine ausgezeichnete Entstörung ermöglichen, andererseits aber auf die Grenze des Sinnvollen im Hinblick auf den Benzinverbrauch stoßen.

Darüber hinaus sind in diesem Meßbereich hochohmige Übergangswiderstände und Kriechströme überprüfbar.

Zur Schaltung

Für alle vier Meßbereiche werden Wandler-schaltungen eingesetzt, die ein entsprechendes Eingangssignal in eine proportionale Spannung umsetzen.

So entspricht z. B. eine Spannung von 1,0 V in der ersten Schalterstellung einer Drehzahl von 10000 Upm, während in der zweiten Schalterstellung ein Schließwinkel von 100,0% eben dieser Spannung entspricht.

Bevor wir nun auf die nähere Beschreibung der vier Wandler-schaltungen für die vier Meßbereiche eingehen, wollen wir kurz die weitere Verarbeitung besprechen.

Die von den Wandler-schaltungen gelieferte, den jeweiligen Eingangssignalen proportionale Ausgangsspannung, wird mit dem Umschalter S1b angewählt und über R21 auf den Eingang des A/D-Wandlers IC2 des Typs ICL7106 mit nachgeschalteter LCD-Anzeige gegeben. Auf die detaillierte Beschreibung dieses IC's wollen wir an dieser Stelle verzichten, da eine ausführliche Beschreibung bereits in früheren Ausgaben des ELV journals vorgenommen wurde. Wichtig ist in diesem Zusammenhang lediglich die Tatsache, daß eine an Pin 31 des IC2 anliegende Eingangsspannung im Bereich von 0–2,000 V in eine äquivalente digitale Anzeige auf dem LC-Display umgesetzt wird.

S1c dient in diesem Zusammenhang lediglich zur Punkteumschaltung.

Die Versorgung des IC2 erfolgt direkt aus der 9V-Block-Batterie, während die übrige Schaltung sowie der Schaltungsteil zur Referenzspannungseinstellung (R22–R24) mit dem Festspannungsregler IC1 des Typs 79L05 vorgenommen wird. Als Besonderheit ist darauf zu achten, daß es sich um einen Negativ-Festspannungsregler handelt, dessen Ausgangsspannung gegenüber der positiven Versorgungsspannung von +9V stabil ist.

Kommen wir jetzt zur Beschreibung der vier Wandler-schaltungen für die einzelnen Meßbereiche:

Zweckmäßigerweise beginnen wir hierbei mit dem zweiten Meßbereich zur Schließwinkel-messung, die in Prozenten vorgenommen wird.

Über die Induktivität L1 gelangt das vom Unterbrecherkontakt kommende Eingangssignal zunächst auf die Z-Diode D1, die eine erste Begrenzung vornimmt. Der Induktivität L1 kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu, da es unbedingt erforderlich ist, das extrem stark verzerrte, vom Unterbrecherkontakt kommende Eingangssignal möglichst optimal zu filtern, ohne dabei größere Schaltverzögerungszeiten in Kauf nehmen zu müssen.

Die normalerweise am Unterbrecherkontakt geschaltete Spannung im Bereich von 0–12V ist mit Störspitzen überlagert, die mehrere 100 V sowohl in positiver als auch in negativer Richtung aufweisen können, wobei zusätzlich Einschwingvorgänge bei nicht sachgemäßer Filterung ein Meßergebnis vollkommen unbrauchbar machen können.

Durch die Induktivität L1 mit extrem großem Luftspalt, wird eine optimale Filterung erreicht. Das anschließend mit D1 begrenzte Signal gelangt über D2, R1 sowie D3 auf die Basis des Schalttransistors T1.

Zur weiteren Störimpulsunterdrückung dient die R/C-Kombination R2/C1.

Am Kollektor von T1 steht dann ein verhältnismäßig sauberes Rechtecksignal an, mit einer Amplitude von exakt 1,0 V, die mit R6 eingestellt wird.

Die anschließende Integration über R4/C2 liefert eine dem Schließwinkel proportionale Ausgangsspannung.

Für die Drehzahlmessung in der ersten Schalterstellung wird das am Kollektor von T1 anstehende Rechtecksignal weiterverarbeitet. Die Frequenz ist der Drehzahl direkt proportional. Für die Drehzahlmessung ist ein Wandler erforderlich, der eine Eingangsfrequenz in eine proportionale Ausgangs-Gleichspannung umwandelt. Hierzu dient das Mono-Flop, bestehend aus den Transistoren T2 und T3 mit Zusatzbeschaltung. Unabhängig von der Ansteueramplitudenhöhe über C3 sowie der Periodendauer, steht am Ausgang des Mono-Flops (Kollektor von T3) ein Rechtecksignal mit konstanter Impulszeit an. T4 dient hierbei der Pegelumsetzung, so daß sich von der Schaltungsmasse aus gesehen, immer ein positiver Impuls mit konstanter Länge ergibt. Die anschließende Integration mit R16/C5 ergibt auch hier eine Ausgangsgleichspannung, die der Eingangsfrequenz, d. h. der Drehzahl, proportional ist.

Die dritte Schalterstellung dient der Gleichspannungsmessung. Hierzu ist eine Umsetzung von 20,00 V auf 2,000 V erforderlich, was mit einem einfachen Spannungsteiler (R17/R18) bewerkstelligt wird. Die vierte Schalterstellung dient der Widerstandsmessung. Hierfür ist lediglich eine konstante Stromquelle erforderlich, die einen Strom von 10 μ A liefert. Hierdurch fällt an einem 100 k Ω Widerstand eine Spannung von 1,00 V ab, entsprechend 100,0 k Ω .

Bei einer Gate/Source-Spannung des FET von ca. 2,2 V reicht der Meßbereich von 0 bis 200 k Ω , während bei größeren Gate/Source-Spannungen der Meßbereich etwas eingeschränkt wird. Die zur Verfügung stehende Versorgungsspannung von 5 V muß stets größer sein, als die Gate/Source-Spannung + U_{R31} + U_{Diode} + Meßspannung (bei 200 k Ω -2 V). Bei Gate/Source-Spannungen von 3 V und mehr wird der Ω -Meßbereich daher etwas eingeschränkt. Es steht jedoch immer ein ausreichender Bereich bis 100 k Ω zur Verfügung.

Zum Nachbau

In den meisten Fällen soll die fertig bestückte Platine in ein Gehäuse eingebaut werden, zumal hierfür schon eine entsprechende Möglichkeit vorgesehen ist.

Zweckmäßigerweise geht man beim Aufbau deshalb wie folgt vor:

Zuerst wird die noch unbestückte Platine in das Gehäuse eingepaßt. Dies ist ratsam, da man immer mit gewissen Toleranzen seitens des Platinenmaterials oder der Gehäuseabmessungen rechnen muß. Ggf. ist die Platine an den Kanten etwas nachzuarbeiten.

Sobald dies erledigt ist, kann mit dem eigentlichen Aufbau in gewohnter Weise begonnen werden.

Als erstes werden die Brücken, danach die Widerstände, Trimmer und Kondensatoren eingelötet.

Bevor wir nun zum Einpassen der LCD-Anzeige kommen, sind noch die IC's einzu-

setzen und eine sorgfältige Kontrolle vorzunehmen.

Dies ist besonders wichtig, da sich das Haupt-IC unter der LCD-Anzeige befindet und nachträgliche Änderungen schwierig sind.

Die richtige Einbaulage der LCD-Anzeige erkennt man, indem man die Anzeige schräg gegen das Licht hält. Die Segmente der einzelnen Zahlen sind dann etwas sichtbar, auch ohne Anlegen einer Spannung.

Im allgemeinen lassen sich die Segmente einer LCD-Anzeige auch kurzzeitig zum Aufleuchten bringen, wenn man vorsichtig mit der LötKolbenspitze an den Anschlüssen entlang fährt, um so die richtige Einbaulage zu erkennen.

Ist die Bestückung der Platine fertiggestellt und noch einmal überprüft, sollte der Abgleich vor Einbau in das Gehäuse vorgenommen werden. Hierzu ist lediglich noch die Batterie anzuschließen.

Kalibrierung

Die Einstellung, d. h. die Kalibrierung, ist ohne aufwendige Hilfsmittel auf einfache Weise möglich.

Zunächst wird in Schalterstellung 3 (Spannungsmessung) eine bekannte Spannung im Bereich von 10–20 V an die Eingangsbuchsen gelegt und der Spindeltrimmer R23 zur Grundkalibrierung auf diesen Wert eingestellt.

Zu beachten ist, daß vorstehend beschriebener Abgleich zur Einstellung des Spindeltrimmers R23 unbedingt als erster Abgleichschritt durchzuführen ist.

Als nächstes bringen wir den Drehschalter in Stellung 4 und legen einen bekannten Widerstand im Bereich von 80–100 k Ω an die Meßbuchsen. Da es sich um einen verhältnismäßig hochohmigen Meßbereich handelt, darf der Widerstand während des Meßvorganges nicht berührt werden, um zusätzliche Kriechströme auszuschließen.

Mit R19 wird jetzt die Anzeige auf den entsprechenden Wert eingestellt. Sollte der Einstellbereich des Trimmers nicht ausreichen, kann durch Vergrößern oder Verkleinern von R20 eine Anpassung vorgenommen werden.

Jetzt wird der Meßbereichswahlschalter in Stellung 2 (Schließwinkel) gebracht. Mit R6 wird auf der Anzeige ein Wert von 100,0% eingestellt, wobei einige Digit Abweichung in dem Bereich der Toleranz liegen, da das Gerät eine Auflösung von 0,1% (!) besitzt. Die Eingangsklemmen sind hierbei unbeschaltet.

Tabelle I	Multiplikator	
	Viertakt	Zweitakt
Zylinder 1	4	2
Zylinder 2	2	1
Zylinder 3	1,33	0,667
Zylinder 4	1	0,5
Zylinder 5	0,8	–
Zylinder 6	0,667	–
Zylinder 8	0,5	–
Zylinder 12	0,333	–

Wird an die Eingangsklemmen eine Spannung von 8–15 V gelegt, muß die Anzeige auf „00,0“ gehen. Eine Abweichung von 5–10 Digit ist zulässig. Bei einer Verpolung nimmt das Gerät keinen Schaden, die Anzeige bleibt jedoch auf 100,0% stehen.

Die Kalibrierung der Drehzahl in Schalterstellung 1 wird als letzte Einstellung vorgenommen. Ausgehend von einem 4-Zylinder-Viertakt-Motor wird hierzu eine bekannte Frequenz im Bereich von 100 Hz bis 500 Hz an den Eingang gelegt und die Anzeige auf den mit 30 multiplizierten Wert mit R14 eingestellt.

Eine entsprechende, zur Drehzahleinstellung geeignete Frequenz von 100 Hz gewinnt man z. B. aus einer brückengleichgerichteten Netzwechselspannung im Bereich zwischen 5 V und 15 V, wie dies aus Bild 2 ersichtlich ist.

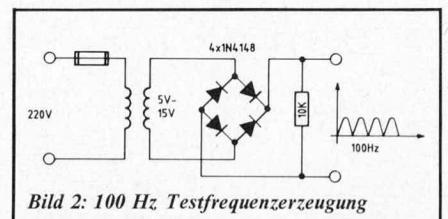


Bild 2: 100 Hz Testfrequenzzeugung

Sollte der Einstellbereich des Trimmers R14 nicht ausreichen, kann der Wert von R15 ggf. geringfügig verkleinert werden.

Die vorstehend beschriebene Einstellung bezieht sich, wie bereits erwähnt, auf 4-Zylinder-Viertakt-Motore, so daß bei anderen Zylinderzahlen entweder eine Umrechnung oder eine Umdimensionierung erforderlich wird. Aus der Tabelle I ist ersichtlich, mit welchen Faktoren die Anzeige zu multiplizieren ist, wenn die Grundeinstellung auf einen 4-Zylinder-Viertakt-Motor zugeschnitten ist.

Möchte man hingegen bei einer anderen Zylinderzahl Messungen durchführen und das Ergebnis direkt ablesen, ist eine Dimensionierungsänderung des Kondensators C4 vorzunehmen, um anschließend die Anzeige bei einer Eingangsfrequenz von 100 Hz auf den in der Tabelle II angegebenen Drehzahlwert mit R14 einzustellen.

In Tabelle II sind sowohl für die unterschiedlichen Zylinderzahlen als auch getrennt nach 4-Taktern und 2-Taktern die entsprechenden Werte angegeben.

Die genaue Kalibrierung wird in jedem Falle mit R14 vorgenommen, wobei dann der Drehzahlmesser auf den entsprechenden Motortyp festgelegt ist.

Tabelle II	Viertakt		Zweitakt	
	C 4	Drehzahl bei $f_{in} = 100$ Hz	C 4	Drehzahl bei $f_{in} = 100$ Hz
Zylinder 1	39 nF	12.000	18 nF	6.000
Zylinder 2	18 nF	6.000	10 nF	3.000
Zylinder 3	10 nF	4.000	6,8 nF	2.000
Zylinder 4	10 nF	3.000	4,7 nF	1.500
Zylinder 5	6,8 nF	2.400	–	–
Zylinder 6	6,8 nF	2.000	–	–
Zylinder 8	4,7 nF	1.500	–	–
Zylinder 12	3,3 nF	1.000	–	–

Stückliste:

ELV Motor-Tester MT 2000 kompakt

Halbleiter

IC1	.....	79L05
IC2	.....	ICL 7106
T1, 6	.....	BC 548
T2—T4	.....	BC 558
T5	.....	BF 245
D1	.....	ZPD 8,2 V
D2, D4—D7	.....	1N4148
D3	.....	ZPD 3,3 V

Kondensatoren

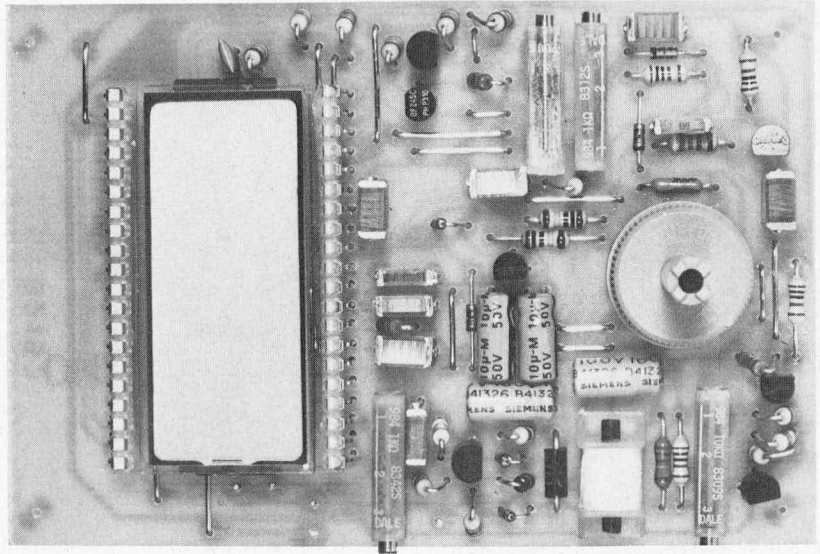
C1	.....	47 nF
C2	.....	1 μ F/16 V
C3	.....	1 nF
C4	.....	10 nF
C5	.....	1 μ F/16 V
C6, C7	.....	10 μ F/16 V
C8, C9, C13, C14	.....	100 nF
C10	.....	220 pF
C11	.....	220 nF
C12	.....	47 nF

Widerstände

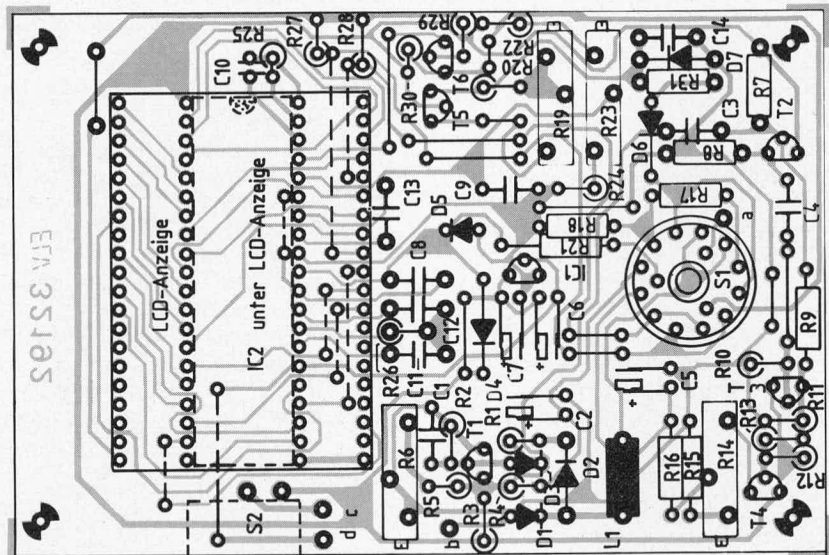
R1	.....	1 k Ω
R2	.....	2,7 k Ω
R3	.....	10 k Ω
R4, R16	.....	220 k Ω
R5	.....	2,2 k Ω
R6	.....	1 k Ω , Spindeltrimmer
R7	.....	100 k Ω
R8, R11—R13, R15, R31	.....	10 k Ω
R9	.....	100 k Ω
R10	.....	120 k Ω
R14	.....	10 k Ω , Spindeltrimmer
R17	.....	900 k Ω , 0,5 %
R18	.....	100 k Ω
R19	.....	200 k Ω , Spindeltrimmer
R20	.....	180 k Ω
R21	.....	100 k Ω
R22	.....	4,7 k Ω
R23	.....	1 k Ω , Spindeltrimmer
R24	.....	1 k Ω
R25	.....	100 k Ω
R26	.....	470 k Ω
R27, R28	.....	1 M Ω
R29, R30	.....	100 k Ω

Sonstiges

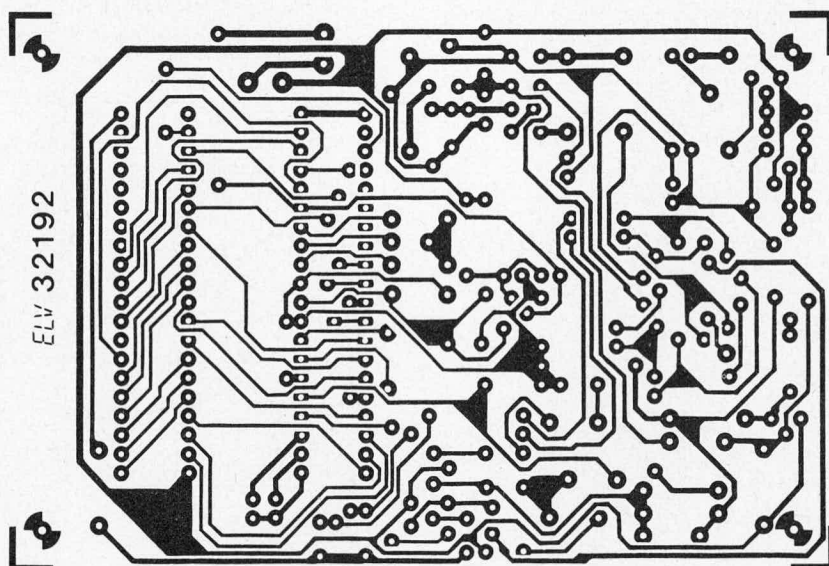
L1	.....	ca. 100 mH/500 Ω
S1	.....	ITT-Präzisionsdreheschalter 4,3 S
	.....	1 x 3 $\frac{1}{2}$ stellige LCD-Anzeige
	.....	2 x Bananenbuchsen
	.....	20 cm Schaltdraht
	.....	1 x Schiebeschalter
	.....	1 x Spannzangendrehkopf (14 mm) mit Deckel und Pfeilscheibe
	.....	1 9 V Batterieclip



Ansicht der fertig bestückten Platine des ELV Motor-Testers MT 2000 kompakt



Bestückungsseite der Platine des ELV Motor-Testers MT 2000 kompakt



Leiterbahnseite der Platine des ELV Motor-Testers MT 2000 kompakt