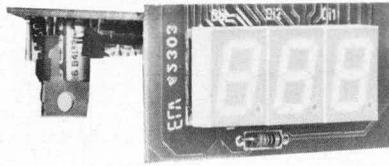


Digital-Kfz-Drehzahlmesser



Dieser 3stellige, digitale Kfz-Drehzahlmesser zeichnet sich durch hohe Auflösung (10 Upm), schnelle Meßfolge (3 Messungen pro Sekunde) sowie gute Genauigkeit (ca. 1 %) und Stabilität aus. Er ist für 3-, 4-, 5-, 6- und 8-Zylinder-Motoren bis zu einer Drehzahl von 10 000 Upm geeignet.

Allgemeines

Von Fahrzeugen mit Dieselmotor einmal abgesehen, werden die meisten Pkw's durch einen Otto-Motor angetrieben. Damit diese Maschine arbeiten kann, ist eine Zündung des Benzin-Luft-Gemisches in den Zylindern erforderlich, die pro Zylinder bei jeder zweiten Umdrehung (Viertakt-Motor) erfolgt.

Bis vor einigen Jahren wurde zur Erzeugung der Zündfunken ein Unterbrecherkontakt verwendet, der den Primärkreis einer Zündspule schaltete, wobei der genaue Schaltzeitpunkt (Zündzeitpunkt) in direktem Zusammenhang mit der Kurbelwellendrehung des betreffenden Verbrennungsmotors stand.

Der Unterbrecherkontakt war hohem Verschleiß unterworfen, so daß als Erstverbesserung dieser mechanische Kontakt durch einen elektronischen Schalter (Leistungs-transistor) ersetzt wurde. Inzwischen wird vielfach auch die Ansteuerung über eine mehr oder weniger aufwendige Elektronik vorgenommen, damit der Verbrennungsmotor in jedem Drehzahlbereich und jedem Lastzustand zum optimalen Zeitpunkt gezündet wird.

Diese zum Teil recht komplizierten Vorgänge wollen wir an dieser Stelle jedoch nicht weiter verfolgen und uns damit begnügen, daß die im Primärkreis der Zündspule erfolgende Ansteuerung der Drehzahl direkt proportional ist, wobei es von untergeordneter Bedeutung ist, ob diese Ansteuerung über einen mechanischen Unterbrecherkontakt oder einen Schalttransistor erfolgt.

Auf den ersten Blick ist es nun naheliegend, die vom Unterbrecherkontakt kommenden Impulse auf einen entsprechenden Frequenzzähler zu geben und digital anzuzeigen.

Durch die im Kfz vorhandene, außerordentlich stark „verschmutzte“ Bordspannung sowie die mit hohem Störpegel beaufschlagten Unterbrecherkontakt-Impulse, ist

eine rein digitale Verarbeitung im Hinblick auf eine hohe Störsicherheit des Gerätes im allgemeinen wenig sinnvoll.

Hinzu kommt die geringe Frequenz der Impulse, die einer schnellen Meßfolge und einer hohen Auflösung abträglich ist. Bei einem Vierzylinder-Viertakt-Motor ist die Schaltfrequenz des Unterbrecherkontaktes bei einer Drehzahl von 6000 Upm lediglich 200 Hz. Ohne besondere schaltungstechnische Zusatzmaßnahmen (Digital-Multiplizierer) würde dies bei einer Auflösung von 10 Upm eine Meßzeit von 3 Sekunden bedeuten ($3 \text{ Sekunden} \times 200 \text{ Hz} = 600$ entsprechend 6000 Upm).

Für die Entwicklung des hier vorgestellten hochwertigen Digital-Kfz-Drehzahlmessers wurde daher im ELV-Labor ein anderer Weg beschritten.

Zunächst werden die vom Unterbrecherkontakt kommenden Impulse über eine aufwendige Eingangsschaltung gefiltert und anschließend einem Digital-Analog-Wandler zugeführt. Durch diesen Schaltungsteil wird die Drehzahl in eine analoge Meßspannung umgesetzt, die wiederum zur Steuerung des bekannten A/D-Wandlers des Typs ICL 7107 dient. Auf diese Weise wird über den Umweg der Digital-Analog-Digital-Wandlung sowohl eine hohe Störsicherheit als auch eine schnelle Meßfolgefrequenz (3 Messungen pro Sekunde) erreicht.

Wie dies im einzelnen funktioniert, lesen Sie in der nachfolgenden detaillierten Schaltungsbeschreibung.

Zur Schaltung

Der Unterbrecherkontakt zur Ansteuerung der Zündspule, egal ob mechanisch oder elektronisch, liegt im Primärkreis, d. h. er schaltet die 12 V-Kfz-Bordspannung auf die Zündspule. Durch das physikalische Verhalten einer Induktivität, wie sie auch die Zündspule im Kfz darstellt, entsteht im Ausschaltmoment (Kontakt öffnet bzw. Schalttransistor sperrt) eine hohe Spitzenpannung, die mehrere 100 V betragen kann. Für die Ansteuerung der Eingangs-

schaltung eines Kfz-Drehzahlmessers bedeutet dies eine extreme Beanspruchung, da auf einem 12 V-Nutzpegel ein unvergleichlich höheres Störsignal liegt.

Wie man sich leicht vorstellen kann, wird die Qualität eines Drehzahlmessers 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 Unterbrecherkontakt kommende, der Drehzahl direkt proportionale Steuersignal 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.

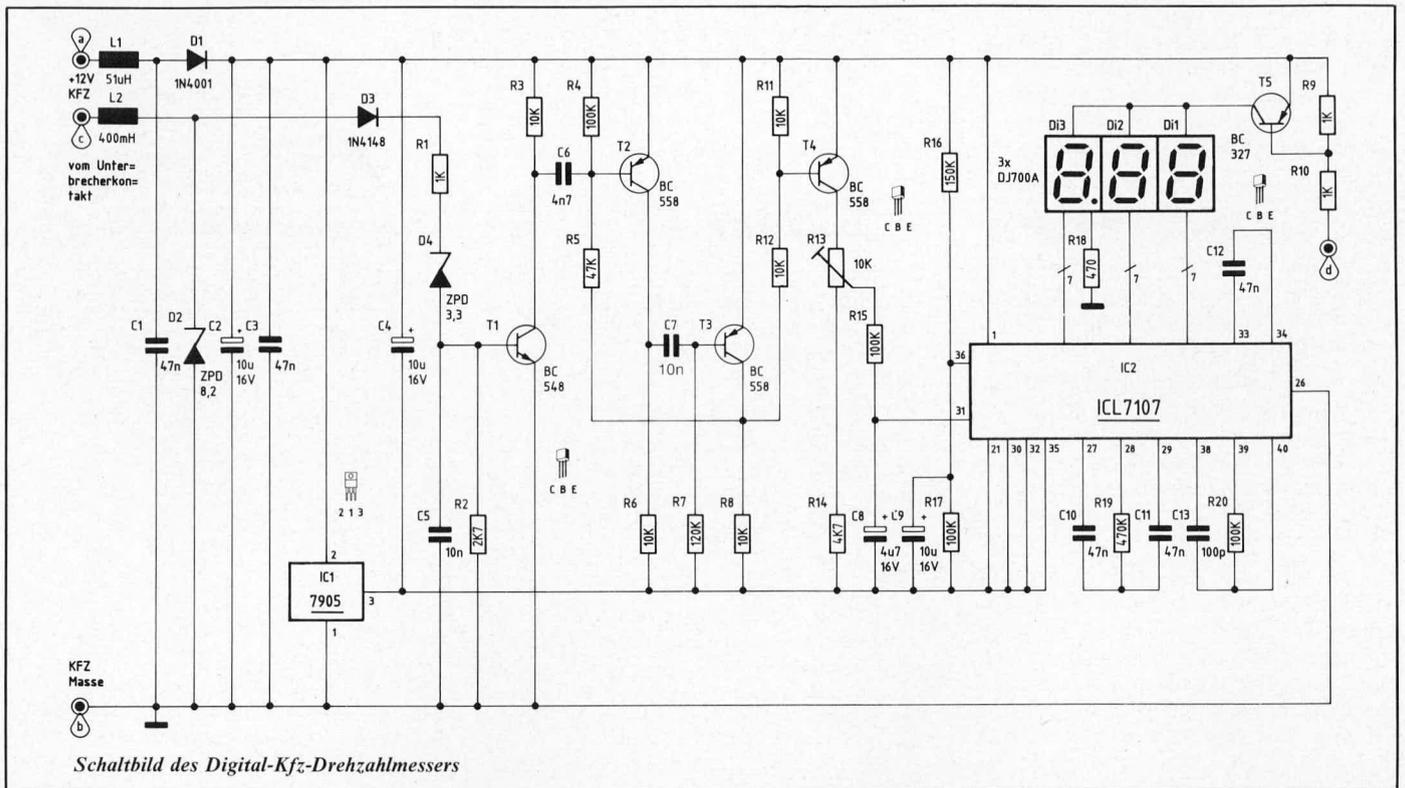
Das so aufbereitete Signal gelangt über D 3, R 1 und D 4 auf die Basis des ersten Schalttransistors T 1, an dessen Eingang zusätzlich noch das R/C-Glied R 2/C 5 zur weiteren Siebung liegt.

Am Kollektorwiderstand R 3 des Transistors T 1 liegt eine saubere Rechteckspannung an, die der Drehzahl des Verbrennungsmotors direkt proportional ist.

C 6 bildet mit R 4, R 5 ein Differenzglied, welches 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. Über R 12 gelangen die Ausgangsimpulse auf den Puffer-Schalttransistor T 4, dessen Kollektor wiederum den Spannungsteiler R 13, R 14 ansteuert.

Über R 15/C 8 werden diese Impulse integriert. Hierdurch stellt sich über C 8 eine Gleichspannung ein, die exakt der Drehzahl des Motors bzw. der vom Unterbrecherkontakt kommenden Impulse entspricht.



Schaltbild des Digital-Kfz-Drehzahlmessers

Diese 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, der eine zwischen den Anschluß-Pins 30 und 31 anliegende Meßspannung in einen entsprechenden Digitalwert umwandelt, 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 Verbrennungsmotoren dient der Trimmer R 13. Die genaue Einstellung wird im weiteren Verlauf dieses Artikels detailliert beschrieben. Eine zusätzliche Kalibrierung der Referenzspannung des IC 2 ist nicht erforderlich. Diese wird über R 16, R 17 auf einen festen Wert gelegt, da die Kalibrierung nur an einer Stelle (mit R 13) erforderlich ist. 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 Nullpunktkorrektur besitzt. Sollte der Einstellbereich des Trimmers R 13 nicht ausreichen, kann der Wert von R 14 ggf. geringfügig verkleinert werden.

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 di-

rekt 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-Anzeige-Geräte 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 letztgenannte Bauelemente ersatzlos entfallen, wobei eine zusätzliche Brücke zwischen Kollektor- und Emitteranschluß des Transistors T 5 einzubauen ist.

Zum Nachbau

Die Bestückung der Platinen 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 direkt am Unterbrecherkontakt bzw. an dem entsprechenden Anschluß der Zündspule angeschlossen. 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 nicht zu erfüllen, ist durch geringfügige schaltungstechnische Veränderung auch hier eine Möglichkeit zum Anschluß des ELV-Digital-Kfz-Drehzahlmessers gegeben. Folgende Änderungen sind vorzunehmen:

L 2 und D 4 werden ausgelötet und jeweils durch eine Brücke ersetzt.

D 2 entfällt ersatzlos.

R 1 wird durch einen 10 kΩ-Widerstand ersetzt.

Sofern auch jetzt die Ansteuerspannung des entsprechenden Ausgangs der elektronischen Zündung nicht ausreicht, kann zusätzlich R 2 auf 10 kΩ vergrößert werden, wobei dann außerdem C 5 auf 1 nF zu verkleinern ist, um unnötig große Schaltverzögerungen zu vermeiden.

Sollte ein eventuell vorhandener Steuerausgang einer elektronischen Zündung keinen positiven Strom treiben können,

kann eventuell ein zusätzlicher 10 k Ω -Widerstand von +12 V zum Schaltungspunkt „c“ Abhilfe schaffen. In jedem Fall sollte man sich jedoch vorher von den Daten des entsprechenden Schaltausganges überzeugen, um einen Defekt zu vermeiden.

Abschließend wollen wir noch erwähnen, daß die vorgenannten Schaltungsänderungen im allgemeinen nicht erforderlich sind, 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 Ansteuer-schaltung, 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 entsprechende 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.

Kalibrierung

Die Einstellung, d. h. die Kalibrierung, 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 Netzwechselfspannung im Bereich zwischen 5 V und 15 V, wie dies aus Bild 2 ersichtlich ist.

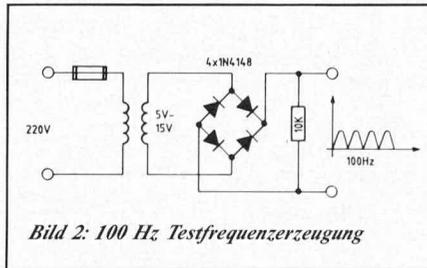


Bild 2: 100 Hz Testfrequenzerzeugung

Je nach Art (2-Takt- bzw. 4-Takt-Motor) und Zylinderzahl des Verbrennungsmotors, ist mit R 13 anschließend der in Tabelle I angegebene Drehzahlwert auf der 3stelligen Digital-Anzeige einzustellen.

Zu beachten ist hierbei, daß der auf der 3stelligen Anzeige erscheinende Wert in 1000-Upm angezeigt wird, d. h. das Komma (Punkt) steht zwischen Tausender- und Hunderter-Stelle. Eine Anzeige von 3.00 entspricht also 3000 Umdrehungen.

Um die Schaltung so universell wie möglich einsetzen zu können, ist in Tabelle I darüber hinaus der jeweils günstigste Wert für den Kondensator C 7 angegeben, der je nach Motortyp entsprechend einzubauen ist.

Zylinder	Viertakt		Zweitakt	
	C 7	Drehzahl bei f = 100 Hz	C 7	Drehzahl bei f = 100 Hz
1	39 nF	12.000	18 nF	6.000
2	18 nF	6.000	10 nF	3.000
3	10 nF	4.000	6,8 nF	2.000
4	10 nF	3.000	4,7 nF	1.500
5	6,8 nF	2.400	-	-
6	6,8 nF	2.000	-	-
8	4,7 nF	1.500	-	-
12	3,3 nF	1.000	-	-

Stückliste Digital-Kfz-Drehzahlmesser

Halbleiter

- IC 1 μ A 7905
- IC 2 ICL 7107
- T 1 BC 548
- T 2-T 4 BC 558
- T 5 BC 327
- D 1 1N 4001
- D 2 ZPD 8,2
- D 3 1N 4148
- D 4 ZPD 3,3
- Di 1-Di 3 DJ 700 A

Kondensatoren

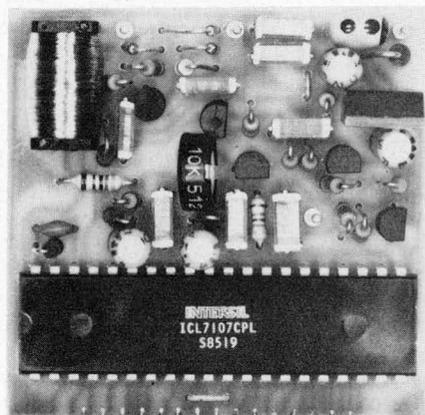
- C 1, C 3 47 nF
- C 2, C 4, C 9 10 μ F/16 V
- C 5, C 7 10 nF
- C 6 4,7 nF
- C 8 4,7 μ F/16 V
- C 10-C 12 47 nF
- C 13 100 pF

Widerstände

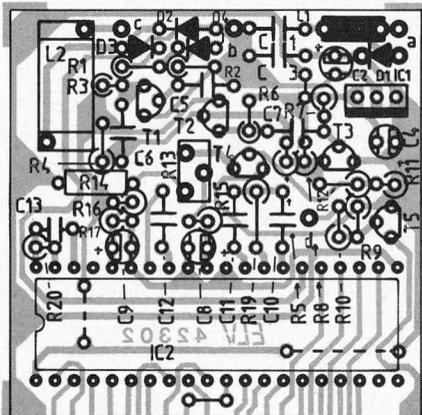
- R 1, R 9, R 10 1 k Ω
- R 2 2,7 k Ω
- R 3, R 6, R 8 10 k Ω
- R 4, R 15 100 k Ω
- R 5 47 k Ω
- R 7 120 k Ω
- R 11, R 12 10 k Ω
- R 13 10 k Ω , Trimmer, stehend
- R 14 4,7 k Ω
- R 16 150 k Ω
- R 17, R 20 100 k Ω
- R 18 470 Ω
- R 19 470 k Ω

Sonstiges

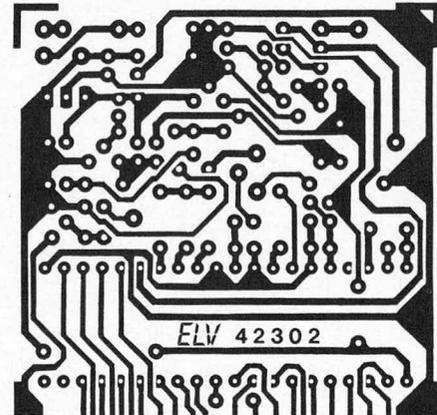
- L 1 51 μ H
- L 2 400 mH
- 4 Lötstifte
- 10 cm Silberdraht



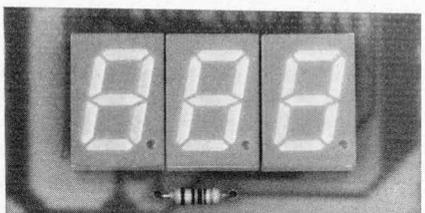
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



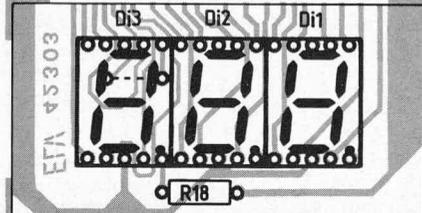
Bestückungsseite der Basisplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



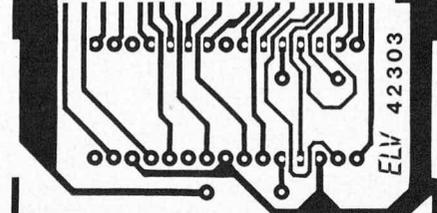
Leiterbahnseite der Platine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers