

ELV-Serie Kfz-Elektronik

Digital-Kfz-Betriebsstundenzähler



Eines der wichtigsten Kriterien zur Beurteilung des Zustandes bzw. des Abnutzungsgrades von technischen Einrichtungen ist die Betriebszeit. Wie mit verhältnismäßig geringem Aufwand ein digitaler elektronischer Kfz-Betriebsstundenzähler aufgebaut werden kann, wird in diesem Artikel beschrieben.

Allgemeines

Bei hochwertigen Plattenspielern, Video-Rekordern, großen Rechenanlagen, komplexen Industriemaschinen usw., hat sich die Messung der Betriebsstunden als wichtige Meßgröße zur Beurteilung des Abnutzungsgrades durchgesetzt. Teilweise zählen daher Betriebsstundenzähler bereits zur serienmäßigen Grundausstattung (wie z. B. bei großen Rechenanlagen), da die Wartungsintervalle häufig daran orientiert werden.

Was liegt nun näher, als die Messung der Betriebszeit auch auf Kraftfahrzeuge zu übertragen. Jeder weiß, daß die Lebensdauer eines Verbrennungsmotors, der überwiegend auf Langstrecken gefahren wurde, teilweise ganz erheblich höher liegt, als die Lebensdauer bei überwiegendem Einsatz im Kurzstreckenstadtverkehr. Als bestes Beispiel sei hier zu der bereits in den sechziger Jahren von der Firma Ford durchgeführte Kilometer-Marathon des seinerzeitigen Ford M 12 angeführt. Begleitet von einem riesigen Public-Relation-Aufwand fuhr der 12 M eine Strecke von ca. 350 000 km ohne nennenswerten Ersatzteilbedarf, was einer Distanz von Erde—Mond entspricht. Würde man sich die effektiven Betriebsstunden, die zu dieser Kilometerleistung gehören, anschauen, so wäre man vermutlich überrascht, denn bei Fahrzeugen, die überwiegend im Stadtverkehr fahren, kann die gleiche Anzahl Betriebsstunden bereits nach 50 000 km erreicht sein.

Vorstehende Ausführungen sollten nun nicht dazu beitragen, daß künftig der Zu-

stand eines Verbrennungsmotors an seinen geleisteten Betriebsstunden gemessen wird. Die realistische Beurteilung eines Motorzustandes wird, wie so häufig, auch hier vermutlich in der goldenen Mitte liegen, d. h. die Kilometerleistung und die Betriebszeit sollten gleichermaßen berücksichtigt werden. Ein Motor, der z. B. eine Laufleistung von 80 000 km aufweist, dürfte in den meisten Fällen bei einer Betriebszeit von 1000 Stunden deutlich „frischer“ sein als ein Motor mit gleicher Kilometerleistung und einer Betriebszeit von 5000 Stunden.

Darüber hinaus kann ein Kfz-Betriebsstundenzähler dazu beitragen, daß die Wartungsintervalle (Ölwechsel usw.) optimiert werden. Im allgemeinen wird bei einem Abstand der Wartungsintervalle von 5000 km die Betriebszeit ca. 100 Stunden betragen. Dies entspricht einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 50 km/h. Liegt die Betriebszeit nach 5000 km jedoch erst bei 50 Stunden, so kann man sich, eine sinnvolle Fahrweise vorausgesetzt, mit dem nächsten Ölwechsel noch etwas Zeit lassen. Wie bereits erwähnt, sollte man sich hierbei nicht allein an den Betriebsstunden orientieren und jetzt bis zum nächsten Wartungsintervall 100 Betriebsstunden warten (bei gleicher Fahrweise wären dies 10 000 km), sondern den Mittelwert wählen und bei 7500 km, entsprechend 75 Betriebsstunden, die Wartung durchführen lassen.

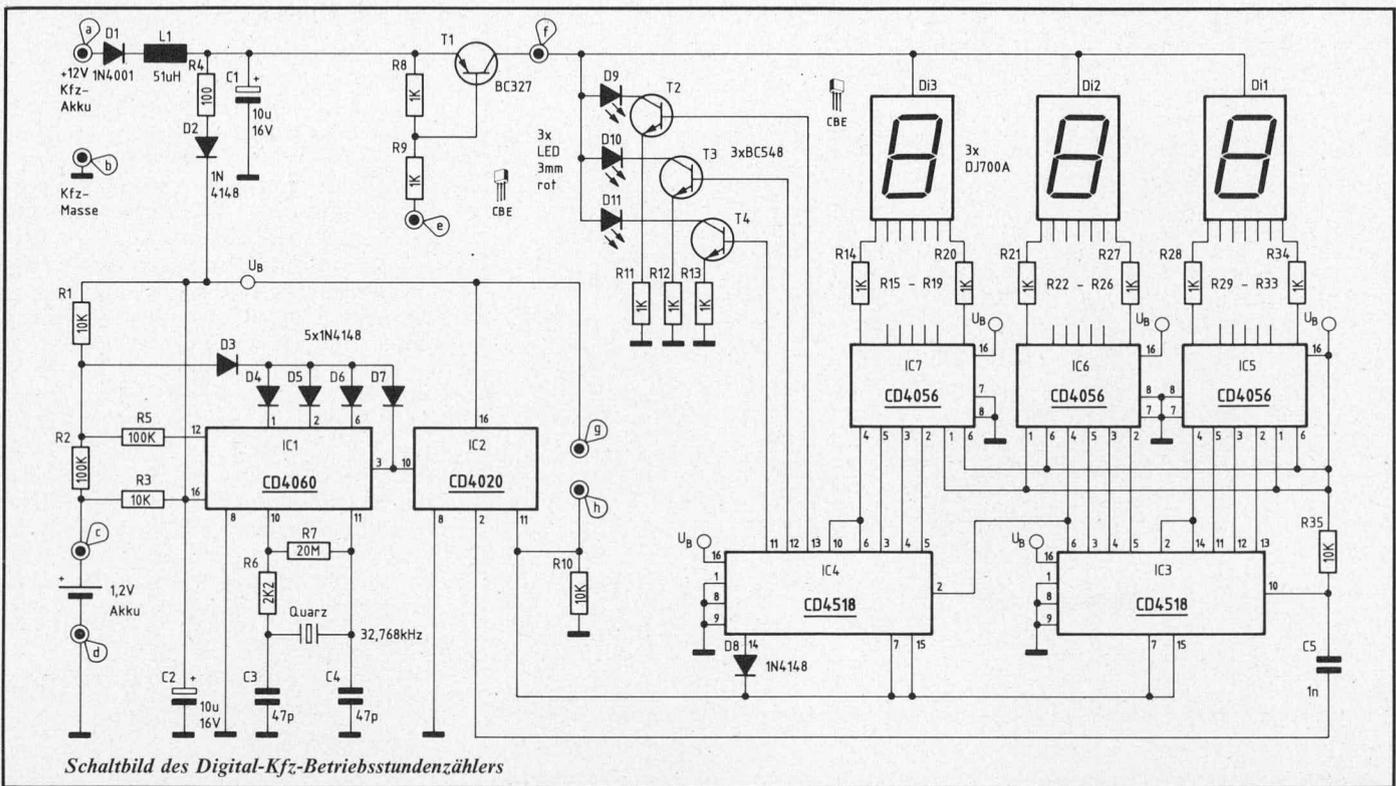
Sind hingegen bereits nach 2500 km 100 Betriebsstunden erreicht, so sollte der Ölwechsel nicht erst bei den vorgeschriebenen

5000 km, sondern bereits etwas früher (z. B. 3750 km) durchgeführt werden. Da die Abstände der einzelnen Wartungsintervalle von Fahrzeugtyp zu Fahrzeugtyp unterschiedlich sind, muß man sich selbstverständlich an den Herstellerangaben orientieren. Es ist auch bei wenigen Betriebsstunden und geringer Kilometerleistung erforderlich, mindestens alle 6 Monate einen Ölwechsel durchzuführen. Zusätzlich hat die persönliche Fahrweise einen nennenswerten Einfluß auf die Belastung des Motors und damit auf den Abstand der Wartungsintervalle. Dies kann jedoch nur jeder für sich selbst beurteilen. Es ist durchaus sinnvoll, die Wartungsintervalle zu verkürzen, wenn ein Fahrzeug häufiger an seinen Belastungsgrenzen gefahren wird.

Im ELV-Labor wird z. Z. an einem technisch weitgehend objektiv arbeitenden System gearbeitet, das auf elektronische Weise die Belastungen eines Verbrennungsmotors registriert und dem Benutzer den günstigsten Wartungszeitpunkt angibt. Dies ist eine zusätzliche, speziell für die Wartung sinnvolle Information, während ein Betriebsstundenzähler langfristig in Verbindung mit der Kilometerleistung eines Fahrzeuges den Zustand beschreibt.

Zur Schaltung

Der ELV-Kfz-Betriebsstundenzähler besteht im wesentlichen aus einem vierstufigen Dekadenzähler mit nachgeschalteten Decoder-Treiber-Stufen sowie einem Oszillator/Teiler, der einen Impuls pro Stunde auf den Eingang des Zählers gibt. Eine ausgeklügelte Schaltungstechnik sorgt dafür,



Schaltbild des Digital-Kfz-Betriebsstundenzählers

daß zum einen die Zeitzählung nur dann erfolgt, wenn die Bordspannung anliegt und zum anderen, daß der Zählerinhalt auch ohne Anliegen der Kfz-Bordspannung langfristig erhalten bleibt.

Das IC 1 stellt in Verbindung mit der Zusatzbeschaltung einen Quarzoszillator mit nachgeschaltetem Teiler dar. Die Quarz-Grundfrequenz von 32,768 kHz wird mit Hilfe der Diodenbeschaltung (D 3 bis D 7) durch 14.400 geteilt. Beim Anliegen der Kfz-Bordspannung erhalten die IC's 1 bis 7 ihren Versorgungsstrom über D 1, L 1, R 4 sowie D 2. Zusätzlich wird der Reset-Eingang (Pin 12) des IC 1 über R 1 vorgespannt, so daß genau nach 14.400 Impulsen des Quarzoszillators und Freigabe über D 3 bis D 7 ein Reset-Impuls (ca. + 10 V) auftreten kann. Dieser Impuls ist jedoch so kurz, daß er mit „normalen“ Oszilloskopen nicht sichtbar ist.

R 3 sorgt dafür, daß der eingebaute NC-Akku geladen wird.

Der Ausgang des IC 1 (Pin 3) steuert den Eingang des IC 2 (Pin 10) an, das eine weitere Teilung durch 16.384 vornimmt. An Pin 2 des IC 2 wird dann quarzgenau ein Impuls pro Stunde abgegeben und auf den Eingang des Dekadenzählers (Pin 10 des IC 3) geleitet.

IC 3 und IC 4 beinhalten jeweils einen zweistufigen Dekadenzähler mit BCD-Ausgängen, das IC 3 steuert sowohl das Decoder-Treiber-IC für die Einer-Stunden (IC 5) als auch das Decoder-Treiber-IC für die Zehner-Stunden (IC 6), während das IC 4 lediglich ein Decoder-Treiber-IC steuert (IC 7), und zwar für die Hunderter-Stunden. Es kann also eine Digital-Anzeige in Dezimalform bis 999 Stunden erfolgen.

Zusätzlich dient der vierte Dekadenzähler in Verbindung mit T 2 bis T 4 zur Ansteuerung von 3 Leuchtdioden. Hierdurch wird eine Erweiterung des Anzeigevolumens bis

auf 8000 Stunden ermöglicht. Die Anzeige der vollen 1000 Stunden erfolgt im Binär-code.

Sobald die ersten 1000 Stunden erreicht wurden, leuchtet LED 1. Beim Erreichen der zweiten 1000 Stunden erlischt LED 1 und LED 2 leuchtet auf. Die dritten 1000 Stunden werden durch Aufleuchten von LED 1 und LED 2 angezeigt, während die vierten 1000 Stunden wiederum nur durch Aufleuchten der LED 3 (Wertigkeit $2^2 = 4$) signalisiert werden. Der genaue Zusammenhang zwischen Wertigkeit und LED 1 bis 3 ist nachfolgend aufgezeigt.

LED 3	LED 2	LED 1	Zeit (1000 Stunden)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

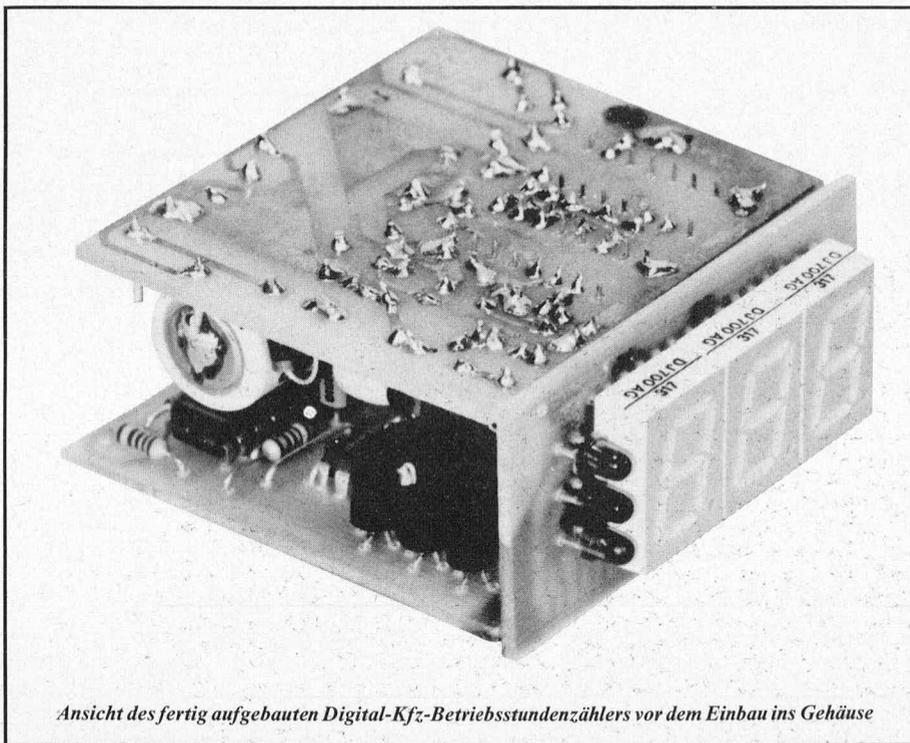
Zwei wesentliche Gründe haben uns zu dieser Anzeigeform veranlaßt:

1. Der bei den Kfz-Normausparungen mit einem Durchmesser von 52 mm zur Verfügung stehende Platz reicht für die von ELV eingesetzten 13 mm großen Sieben-Segment-Anzeigen lediglich für 3 Stück, wobei zusätzlich gerade noch etwas Platz übrig bleibt, um die Leuchtdioden daneben zu plazieren. Für den Einbau von vier Sieben-Segment-Anzeigen hätte dann auf eine kleinere Type mit geringerer Anzeigehöhe zurückgegriffen werden müssen. Da die Geräte der ELV-Kfz-Einbauserie jedoch alle zueinander passen sollten, haben wir auch für den Kfz-Betriebsstundenzähler die gleichen Sieben-Segment-Anzeigen gewählt.

2. Die über die dreistellige Anzeige direkt ablesbare Betriebszeit reicht bis 999 Stunden, was einer Kilometerleistung je nach Fahrweise, von 50 000 bis 100 000 km entspricht, so daß erst nach einer relativ hohen Kilometerzahl der erste Durchlauf abgeschlossen ist. Dies wird durch Aufleuchten der LED 1 festgehalten. Für die tägliche Überwachung läßt sich hingegen eine dreistellige Dezimalzahl leichter ablesen und festhalten als eine vierstellige Zahl. Die Anzahl der vollen Tausender, die zusätzlich zu der dreistelligen Dezimalzahl hinzuzurechnen sind, ist nur in relativ großen Zeitabständen von Interesse (z. B. bei Überholung der Maschine, Verkauf des Fahrzeuges u. ä.). Ähnlich verhält es sich z. B. bei der Anzeige der Kilometerleistung eines Fahrzeuges, die in den meisten Fällen auch nur bis 100 000 erfolgt und dann wieder von neuem bei 0 beginnt. Wenn tatsächlich ein oder zwei Überläufe erfolgt sind, kann der Fahrzeughalter dieses im allgemeinen gut behalten. Beim ELV-Kfz-Betriebsstundenzähler wird ein Überlauf sogar bis zu 8 x festgehalten und durch die drei links im Anzeigenfeld angeordneten LED's signalisiert.

Kommen wir nun zur Beschreibung der Start-/Stopp-Automatik.

Der Anschluß des ELV-Kfz-Betriebsstundenzählers erfolgt hinter dem Zündschloß. Sobald die Zündung des Fahrzeuges ausgeschaltet wird, entfällt die Versorgung der Schaltung aus dem Kfz-Bordnetz. Nun tritt der eingebaute NC-Akku in Funktion. Über R 3 werden die IC's 1 bis 7 jetzt mit einer Spannung von 1,2 V versorgt. Diese Spannung liegt soweit unterhalb der für den Betrieb der eingesetzten IC's erforderlichen Versorgungsspannung, daß der Oszillator im IC 1 sofort stoppt. Eine weitere Zeitzählung erfolgt daher nicht. Zusätzlich



Ansicht des fertig aufgebauten Digital-Kfz-Betriebsstundenzählers vor dem Einbau ins Gehäuse

wird über R 2 der Reset-Eingang (Pin 12) des IC 1 auf 1,2 V gezogen. Dies entspricht jetzt „high“-Potential. D 3 bis D 7 können aufgrund der Dioden-Flußspannungen das Potential nicht weit genug herunterziehen, um den Oszillator wieder in Betrieb zu nehmen. Während des Zählbetriebes liegt die Betriebsspannung bei ca. 10 V und die Dioden-Flußspannungen sind vernachlässigbar, d. h. der Reset-Eingang liegt auf „low“-Potential (entspricht Zählerfreigabe).

Wesentlich für die Funktion eines Betriebsstundenzählers ist das sichere Abspeichern des Zählerstandes. Zwar liegt die Spannung des eingesetzten NC-Akkus mit 1,2 V deutlich unterhalb der für die hier verwendeten CMOS-IC's erforderlichen minimalen Betriebsspannung (3 V), jedoch reichen die 1,2 V zuverlässig aus, um die in den IC's 2 bis 4 enthaltene Information, d. h. den Zählerstand, langfristig abzuspeichern.

Der im ausgeschalteten Zustand, d. h. ohne Anliegen der Kfz-Bordspannung, von der Schaltung aufgenommene Strom ist so gering, daß der eingebaute NC-Akku ohne nachgeladen zu werden, den Zählerstand über mehr als 1 Jahr sicherstellt. Da im allgemeinen Fahrzeuge jedoch selten länger als 12 Monate unbenutzt bleiben (evtl. Winterschlaf für 6 Monate o. ä.), wird der eingebaute NC-Akku ständig wieder nachgeladen. Über die notwendige Energie zum Aufrechterhalten des Speicherzustandes der Zähler braucht man sich daher langfristig keine Gedanken zu machen. Abschließend wollen wir noch auf ein wesentliches Merkmal des ELV-Kfz-Betriebsstundenzählers eingehen:

Die Auflösung des Zählers liegt bei einer Stunde, d. h. es werden nur volle Stunden angezeigt. Die Zeitzählung erfolgt mit einer Auflösung von besser als einer Sekunde. Dies wird dadurch erreicht, daß auch der Zählerstand des IC 2 mit abgespeichert wird. Dieses IC gibt am Ausgang (Pin 2 des

IC 2) genau einen Impuls pro Stunde ab. Am Eingang erfolgt die Ansteuerung jedoch mit 2,2755 Hz. Selbst wenn das Fahrzeug nur für eine Minute in Betrieb gesetzt wird, erhöht sich daher der Zählerstand des IC 2 um 137 Impulse ($2,2755 \text{ Hz} \times 60 \text{ s} = 137$). Nach insgesamt 60 Minuten, d. h. auch nach z. B. 60 Tagen mit jeweils 1 Minute Betriebszeit, würde das IC 2 einen Impuls auf den Eingang (Pin 10 des IC 3) geben, wodurch sich die dreistellige Dezimalanzeige um eine Stunde erhöht.

Über R 8, R 9 sowie T 1 kann, in Verbindung mit der ebenfalls im ELV-Labor entwickelten Schaltung „Automatische Helligkeitssteuerung für LED-Anzeigen“, eine entsprechende Steuerung vorgenommen werden. Diese im „ELV journal“ Nr. 37 beschriebene Schaltung beinhaltet einen Lichtsensor (LDR 07), der in Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit eine Tastlückensteuerung der Ausgangsimpulse vornimmt. Über R 9 wird der Schalttransistor T 1 von den Ausgangsimpulsen gesteuert. Je größer die Umgebungshelligkeit, desto kürzer die Tastlücke und desto heller die LED-Anzeige.

Sollen die LED-Anzeigen des ELV-Kfz-Betriebsstundenzählers unregelmäßig mit voller Helligkeit aufleuchten, so kann der Transistor T 1 mit den beiden Widerständen R 8 und R 9 ersatzlos entfallen. Über eine Brücke wird die Kollektor-Emitter-Strecke von T 1 verbunden.

Die Schaltung des Automatik-Lichtdimmers wird auf einer separaten kleinen Leiterplatte aufgebaut. Sie kann gleichzeitig bis zu 10 verschiedene digitale Anzeige-Geräte aus der ELV-Serie Kfz-Elektronik ansteuern. Die Bauteile T 1, R 8, R 9 finden auf der Leiterplatte des jeweiligen Anzeige-gerätes Platz. Bei früher veröffentlichten Schaltungen in dieser Serie kann durch Auftrennen entsprechender Leiterbahnen (Zuleitungen zu den Anoden der LED-Anzeigen-Plus-Zuleitung) dieses Schaltungs-

detail auch nachträglich eingebaut werden.

Zu beachten ist bei der gleichzeitigen Ansteuerung von mehreren Schalttransistoren, daß die Vorwiderstände (hier R 9) nur dann alle gleichzeitig mit dem Ausgang des Automatik-Lichtdimmers verbunden werden dürfen, wenn die Versorgungsspannungen, mit denen die Schalttransistoren arbeiten, alle gleich sind. Soll z. B. ein Kfz-Kombi-Meßgerät, dessen positive Versorgungsspannung über einen 5 V-Festspannungsregler stabilisiert wurde, gleichzeitig mit einem Kfz-Betriebsstundenzähler in seiner Helligkeit geregelt werden, so ist in jede Zuleitung vom Ausgang des Automatik-Lichtdimmers zum Steuereingang eines jeden Kfz-Gerätes eine Diode (1N4148) einzufügen. Die Katode (Pfeilspitze) zeigt hierbei in Richtung des Automatik-Lichtdimmers, d. h. sämtliche Katoden sind miteinander verbunden, während die Anoden der Dioden an den Steuereingang eines jeden Kfz-Gerätes geführt werden.

Zum Nachbau

Der Aufbau dieser interessanten Schaltung erfolgt auf drei Leiterplatten:

1. Anzeigenplatine
2. Zählerplatine
3. Oszillator/Akku-Platine

Die Bestückung der Platinen wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen, wobei zuerst die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die Platinen zu setzen und zu verlöten sind.

Der NC-Akku mit einer Spannung von 1,2 V und einer Kapazität von 500 mAh, vom Typ „Mignon“, wird als letztes auf die entsprechende Platine zwischen die beiden Lötstifte gesetzt. Für diese beiden Lötungen muß der LötKolben ausreichend heiß sein (Elektronik-Lötstationen werden auf 350° bis 400° eingestellt), damit sich eine sichere Verbindung ergibt. Die Lötzeit sollte hierbei so kurz wie möglich gehalten werden und 3 Sekunden nicht überschreiten, da NC-Akkus diese Prozedur nur ungern über sich ergehen lassen. Anschließend wird durch kräftiges Ziehen am NC-Akku die Verbindung geprüft. Zwei ca. 40 mm lange Silberdrahtstücke werden u-förmig gebogen, über den NC-Akku gestülpt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Damit ist der Anschluß und die Befestigung zuverlässig gewährleistet.

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

Die Verbindung von Zählerplatine mit Oszillator/Teiler-Platine erfolgt über 5 ca. 20 mm lange Silberdrahtstücke, die senkrecht von der einen zur anderen Leiterplatte geführt werden. Die beiden Leiterplatten befinden sich hierbei in einem Abstand von 14 mm, wobei die Bestückungsseiten zueinander weisen. Zusätzlich wird noch eine

kurze Verbindung zwischen Oszillator/Akku-Platine und Anzeigenplatine für die positive Versorgungsspannung angelötet.

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

Die Schaltungsmasse („b“) ist in räumlicher Nähe zum Minuspol des Auto-Akkus (Masseband) anzuschließen, um evtl. Störeinflüsse zu unterdrücken.

Wie man sieht, ist der Anschluß mit nur zwei Zuleitungen an das Kfz-Bordnetz denkbar einfach. Selbst bei einem Ausbau des Auto-Akkus oder aber auch des ELV-Kfz-Betriebsstundenzählers, bleibt der gespeicherte Zählerstand langfristig erhalten.

Damit die Schaltung ggf. wieder auf „000“ zurückgesetzt werden kann, befinden sich auf der Oszillator-Akku-Platine zwei nebeneinander liegende Lötstifte. Werden diese kurz miteinander verbunden, geht die gesamte Schaltung in Nullposition. Die Versorgungsspannung sollte hierbei allerdings mindestens 8 V betragen.

Stückliste Digital-Kfz-Betriebsstundenzähler

Halbleiter

IC 1	.....	CD 4060
IC 2	.....	CD 4020
IC 3, IC 4	.....	CD 4518
IC 5, IC 6, IC 7	.....	CD 4056
T 1	.....	BC 327
T 2-T 4	.....	BC 548
D 1	.....	1 N 4001
D 2-D 8	.....	1 N 4148
D 9-D 11	.....	LED 3 mm rot
Di 1-Di 3	.....	DJ 700 A

Widerstände

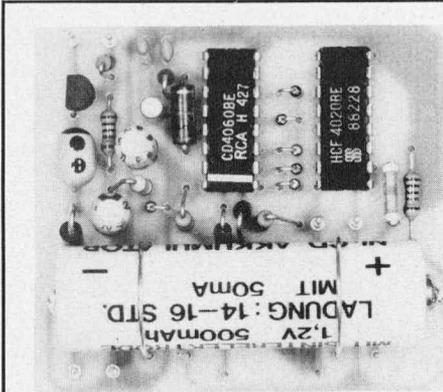
R 1, R 3, R 10	.....	10 K Ω
R 2	.....	100 K Ω
R 4	.....	100 Ω
R 5	.....	100 K Ω
R 6	.....	2,2 K Ω
R 7	.....	20 M Ω
R 8, R 9	.....	1 K Ω
R 11-R 34	.....	1 K Ω
R 35	.....	10 K Ω

Sonstiges

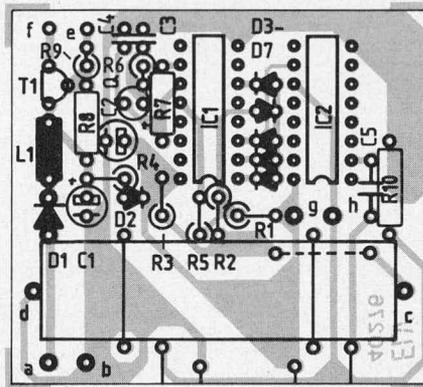
- 1 Akku 1,2 V, Mignon
- 1 Quarz 32,768 KHz
- 1 Spule 51 μ H
- 15 cm Silberdraht
- 30 cm Schalt draht
- 3 m flexible Leitung 2 x 0,4 mm²
- 8 Lötstifte

Kondensatoren

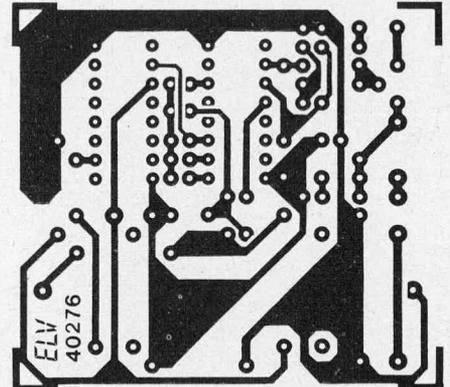
C 1, C 2	.....	10 μ F/16 V
C 3, C 4	.....	47 pF
C 5	.....	1 nF



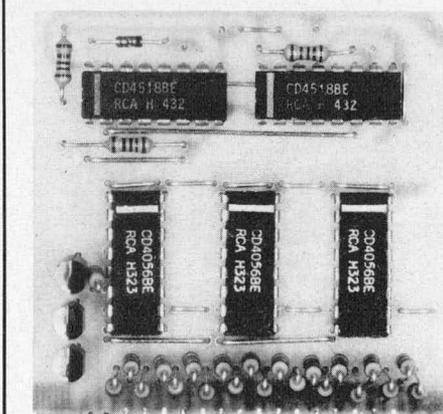
Ansicht der fertig aufgebauten Oszillator/Akku-Platine



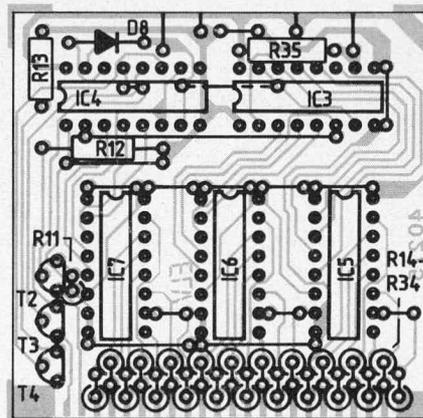
Bestückungsseite der Oszillator/Akku-Platine



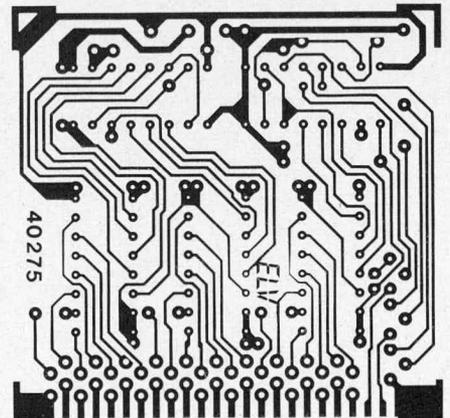
Leiterbahnseite der Oszillator/Akku-Platine



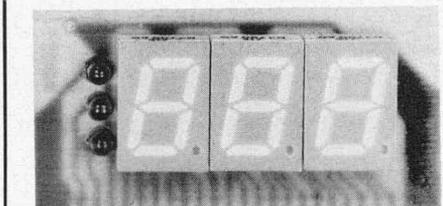
Ansicht der fertig aufgebauten Zählerplatine



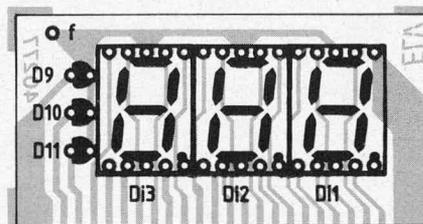
Bestückungsseite der Zählerplatine



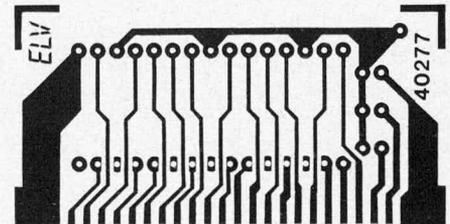
Leiterbahnseite der Zählerplatine



Ansicht der fertig aufgebauten Anzeigenplatine



Bestückungsseite der Anzeigenplatine



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine