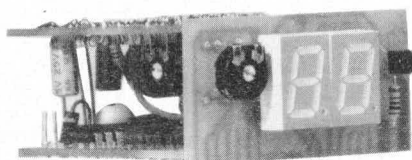


ELV-Serie Kfz-Elektronik: Echtwert-Ökonomet



Mit diesem Echtwert-Ökonomet wird im gesamten Betriebsbereich die Motorauslastung zwischen 0 und 100 % digital angezeigt.

Allgemeines

Ökonomet zur Anzeige einer wirtschaftlichen Fahrweise, gehören bereits häufig zur Serienausstattung vieler Fahrzeuge. Diese Geräte herkömmlicher Bauart weisen jedoch deutliche Schwachpunkte auf und zeigen in manchen Motor-Betriebszuständen falsche Werte an. In jüngster Zeit verzichten daher einige Hersteller bereits wieder auf den serienmäßigen Einbau dieser Geräte.

Das neuartige, im ELV-Labor entwickelte Echtwert-Ökonomet hingegen liefert im gesamten Betriebsbereich eines Ottomotors eine zuverlässige Anzeige der Motorauslastung zwischen 0 und 100 %.

Der Entwicklung liegen umfangreiche theoretische als auch praktische Untersuchungen zugrunde, deren Ergebnis das hier vorgestellte Echtwert-Ökonomet ist.

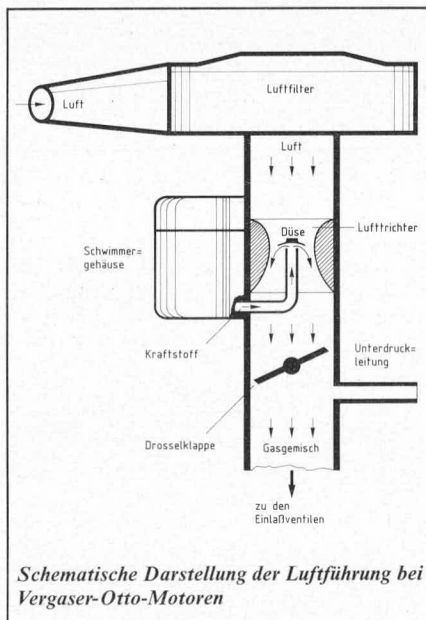
Nachfolgend sollen zum besseren Verständnis zunächst einige Grundlagen und anschließend die prinzipielle Funktionsweise der Schaltung dargestellt werden.

Grundlagen

Die derzeit in Kraftfahrzeugen gebräuchlichen Verbrennungsmotoren teilen sich in die beiden Hauptgruppen Diesel- und Ottomotor auf. Das hier vorgestellte Echtwert-Ökonomet ist speziell für den Anschluß an einen Ottomotor konzipiert und zeigt die tatsächliche Motorauslastung im Bereich zwischen 0 und 100 % auf einem 2stelligen Digital-Display an. Für Dieselmotore ist das Gerät nicht einsetzbar.

Der Ottomotor kann den Kraftstoff nicht in seinem flüssigen Zustand verbrauchen. Vielmehr muß der Treibstoff zunächst durch Vermischung mit Luft in ein brennbares Gemisch verwandelt werden. Bei

Vergasermotoren wird dieses Kraftstoff-Luft-Gemisch außerhalb der Zylinder mit Hilfe eines Vergasers hergestellt, der durch das Ansaugrohr mit den Einlaßventilen der Zylinder verbunden ist. Über den Kolbenhub wird dann das Gemisch in die Zylinder gesaugt.



Beim sogenannten Einspritzer wird der Kraftstoff mit Hilfe einer leistungsfähigen Einspritzpumpe über eine speziell geformte Einspritzdüse direkt unter hohem Druck in das Ansaugrohr eingespritzt und dabei mehr oder weniger gleichmäßig verteilt. Über den Kolbenhub wird dann das Gemisch, wie beim Vergasermotor, angesaugt.

In beiden Fällen erfolgt die Dosierung der Luftzufuhr über die sogenannte Drosselklappe, d. h., die Außenluft gelangt über

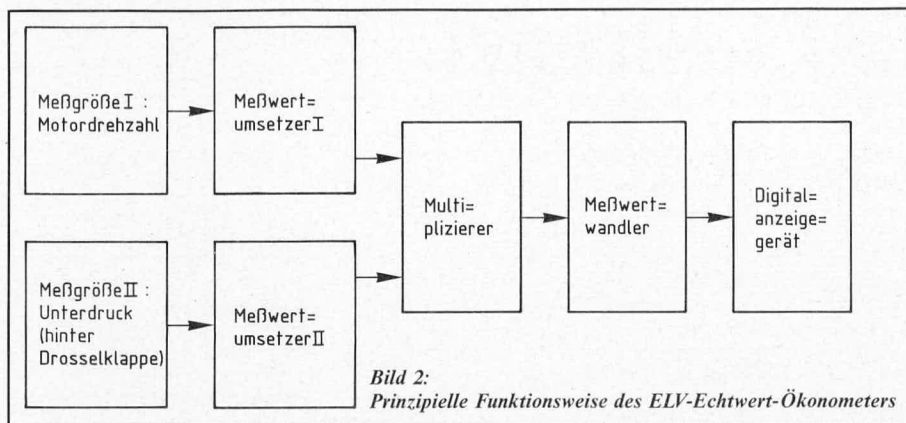
das Luftfilter, die Drosselklappe und die Einlaßventile in die Zylinder (Verbrennungsraum).

Der erforderliche Unterdruck zum Ansaugen der Luft wird ausschließlich von den sich abwärts bewegenden Zylindern hervorgerufen. Je nach Stellung der Drosselklappe ergibt sich daher hinter der Drosselklappe (zwischen Drosselklappe und Einlaßventilen) ein mehr oder weniger großer Unterdruck.

Vielfach wurde dieser Unterdruck als Ausgangsgröße für die Anzeige einer ökonomischen Fahrweise verwendet. Je weniger nämlich das Gaspedal betätigt wird, desto weniger ist auch die Drosselklappe geöffnet und desto höher ist der Unterdruck. Größerer Unterdruck bedeutet somit geringeren Verbrauch. Bei Vollgas hingegen ist die Drosselklappe nahezu vollständig geöffnet und es ist praktisch kein Unterdruck mehr vorhanden (ungünstigste Fahrweise).

Vorgenannte Ausführungen weisen jedoch erhebliche Mängel auf. Folgendes Beispiel soll zur Veranschaulichung dienen:

Fährt man im vierten Gang mit einer Geschwindigkeit von 50 kmh mit einem sehr geringen Benzinverbrauch, ist die Drosselklappe weiter geöffnet als bei einer gleichen Geschwindigkeit im dritten Gang bei erhöhter Drehzahl. Die Anzeige eines nach vorstehend beschriebenem Verfahren arbeitenden Ökonometers würde bei einem Betrieb im dritten Gang somit eine verbrauchsgünstigere Fahrweise vortäuschen, die in Wirklichkeit gar nicht vorliegt. Selbstverständlich sind auch Betriebszustände denkbar, wo man der Anzeige Glauben schenken kann, aber was nützt ein Anzeigegerät, bei dem man nicht weiß, stimmt die Anzeige oder stimmt sie nicht?



Zur Anzeige der wirtschaftlichen Fahrweise eines Kfz's ist ein Gerät sinnvoll, das eine zuverlässige Aussage hinsichtlich der Motorauslastung erlaubt, und zwar unabhängig vom gerade gewählten Fahrbereich (Gang) und ebenfalls unabhängig von der Motordrehzahl. Dies bedeutet, daß neben der Meßgröße „Unterdruck“ auch noch die Motordrehzahl mit erfaßt und verarbeitet werden muß. Genauer gesagt ist die Meßgröße „Drehzahl“ mit der Meßgröße „Unterdruck“ zu multiplizieren, wobei letztgenannte Meßgröße invers zu verarbeiten ist (größerer Unterdruck entspricht kleinerer Motorauslastung).

Genau nach diesem in Bild 2 schematisch dargestellten Verfahren arbeitet das neuartige ELV-Echtwert-Ökonometer. Die Motorauslastung wird zuverlässig im Bereich von 0 bis 100 % digital angezeigt.

Anhand folgenden Beispiels soll die sinnvolle Arbeitsweise kurz aufgezeigt werden:

Nehmen wir einmal an, daß ELV-Echtwert-Ökonometer wird in ein Fahrzeug eingebaut, dessen dritter Gang von 20 bis 80 kmh und dessen vierter Gang von 40 bis 160 kmh reicht. Wird jetzt eine konstante Geschwindigkeit von 50 kmh gefahren, die sowohl für den dritten als auch für den vierten Gang im günstigen Bereich liegt, würde auf der Digital-Anzeige in beiden Fällen ungefähr die gleiche prozentuale Motor-auslastung angezeigt werden. Dies ist auch von den physikalischen Gegebenheiten her gesehen zu erwarten, da die tatsächlich abgegebene Motorleistung das Fahrzeug in beiden Fällen mit der gleichen Geschwindigkeit fortbewegt.

Wird jetzt die Geschwindigkeit auf 80 kmh gesteigert, so muß sich der Motor im dritten Gang bereits sehr „quälen“, d. h., die Verluste steigen aufgrund der extremen Drehzahl an. Im vierten Gang hingegen arbeitet der Motor im optimalen Bereich. Die Anzeige des ELV-Echtwert-Ökonometers trägt diesem Umstand direkt Rechnung, d. h., der angezeigte Wert der Motorauslastung ist bei einer Fahrt im dritten Gang (konstant 80 kmh) höher als im vierten Gang. Auf diese Weise läßt sich sofort erkennen, daß bei 80 kmh eine wirtschaftlichere und damit ökonomischere Art des Fahrens im vierten Gang vorliegt. Selbstverständlich verhält sich der Benzinverbrauch dazu proportional, d. h. beim Umschalten in den vierten Gang sinkt der Verbrauch.

Da auch die Kalibrierung auf einfache Weise an jedes Fahrzeug individuell angepaßt werden kann (Vollgasfahren im höchsten Gang und Anzeige auf 100 % einstellen), ist das ELV-Echtwert-Ökonometer eine sinnvolle und umweltschonende Ergänzung eines jeden Kfz's mit Ottomotor.

Praktische Ausführung

Wie aus Bild 2 zu ersehen ist, liegt die wesentliche Aufgabe eines Echtwert-Ökonometers darin, 2 unabhängig voneinander zu erfassende Meßgrößen miteinander zu multiplizieren.

Dies kann zum Beispiel in der Form erfolgen, daß sowohl der Unterdruck als auch die Motordrehzahl jeweils in eine analoge Spannung umgewandelt und anschließend analog miteinander multipliziert werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß der Unterdruck in einen Digital-Wert umgewandelt wird und anschließend mit der bereits digital in Form einer Frequenz vorliegenden Motordrehzahl jetzt ebenfalls digital zu multiplizieren ist.

Beide Verfahren erfordern einen verhältnismäßig hohen Bauteilaufwand, der dem Einbau in ein platzsparendes Kfz-Einbaugeschäule entgegensteht. Ganz abgesehen von den Bauteilekosten.

Im ELV-Labor wurde daher eine Schaltung entwickelt, die auf ebenso einfache wie preisgünstige Weise die beiden Meßgrößen erfaßt und miteinander multipliziert.

Die Meßgröße I (Drehzahl) wird nach Durchlaufen einer Impulsformerstufe direkt auf den Eingang eines 2stufigen Dezimalzählers gegeben, während die Meßgröße II (Unterdruck) zur Steuerung der Torzeit dient.

Eine sehr kurze Torzeit entspricht hierbei einem hohen Unterdruck (Leerlauf), so daß nur wenige Impulse vom Unterbrecherkontakt auf den Zähler gelangen können (kleiner Zählerstand – Anzeige: z. B. 05 %). Wird hingegen der Motor weit ausgelastet, sinkt der Unterdruck, wodurch die Torzeit ansteigt und damit gleichzeitig die Anzahl der auf den Zählereingang gelangenden Impulse (höherer Zählerstand – Anzeige: z. B. 80 %).

Wie wir aus vorstehenden Beispielen ersehen, erhöht sich die Anzeige sowohl bei steigender Drehzahl (mehr Impulse bei gleicher Torzeit) als auch bei absinkendem Unterdruck (höhere Motorauslastung).

Aufgrund der Art der Verknüpfung ist leicht zu erkennen, daß sich hier eine unmittelbare und genaue Multiplikation bei der Meßwerte ergibt, wobei der Unterdruck zunächst invertiert wird (größerer Unterdruck entspricht kleinerer Motorauslastung).

Zur Schaltung

Das IC 6 des Typs CD 4518 beinhaltet zwei Dezimalzähler, deren BCD-Ausgänge direkt auf die Steuereingänge der Speicher/Dekoder/Treiber-Bausteine IC 4 und IC 5 arbeiten. Der Zählerstand kann so direkt auf einer 2stelligen Digital-Anzeige abgelesen werden.

Auf den Eingang (Pin 2 des IC 6) des ersten Dezimalzählers gelangen die vom Unterbrecherkontakt kommenden und über T 2 mit Zusatzbeschaltung geformten Impulse. Die daraus resultierende Frequenz entspricht direkt der Motordrehzahl.

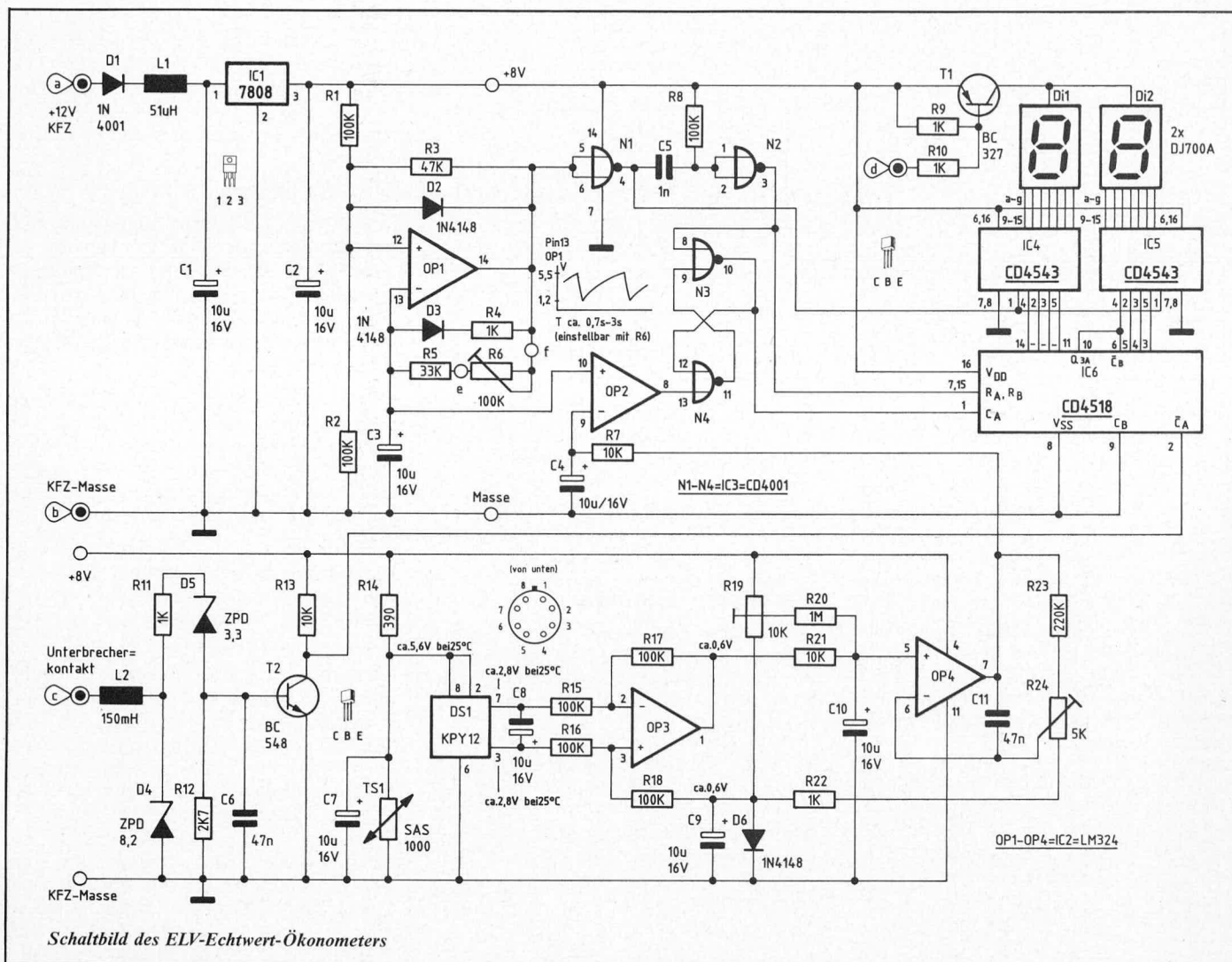
Die Torzeit, d. h. die Zeitdauer, in der die Impulse pro Messung gezählt werden, wird durch den Unterdruck gesteuert. Im einzelnen sieht die schaltungstechnische Verarbeitung wie folgt aus:

Der hinter der Drosselklappe abgenommene Unterdruck wird auf den Differenzdrucksensor der Firma Siemens des Typs KPY 12 gegeben. Dieser Drucksensor unterscheidet sich von dem bekannten Typ KPY 10 lediglich dadurch, daß er nicht den Absolutdruck (barometrischer Druck), sondern einen Differenzdruck mißt. In der Praxis bedeutet dies, daß sich die Ausgangsspannung an den Anschlußbeinchen 3 und 7 des KPY 12 bei atmosphärischen Druckschwankungen nicht ändert. Wird nun über einen Kunststoffschlauch auf den Ansaugstutzen des Drucksensors ein Unterdruck gegeben, vergrößert sich die Absolutspannung an den Anschlußbeinchen 3 und 7 des KPY 12.

Zur Temperaturkompensation ist dem Drucksensor DS 1 der Temperatursensor TS 1 parallel geschaltet mit dem dazu in Reihe liegenden Linearisierungswiderstand R 14. Der Temperatursensor TS 1 ist in engem thermischen Kontakt mit dem Drucksensor zu bringen. Etwas Wärmeleitpaste ist hierbei hilfreich.

Über den Differenzverstärker OP 3 wird die Ausgangsspannung des Drucksensors auf einen künstlich geschaffenen Fußpunkt umgesetzt (Anode von D 6 / ca. +0,6 V oberhalb der Schaltungsmasse). Auf diesen Punkt ist auch der nachfolgende einstellbare Verstärker OP 4 bezogen (linke Seite von R 22). Über R 21 gelangt die Ausgangsspannung des OP 3 auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 5) des OP 4, der diese Spannung im Bereich zwischen 37- bis 225-fach verstärkt (je nach Stellung von R 24).

Da sowohl der Drucksensor als auch die Operationsverstärker OP 3 und OP 4 mit einer nicht zu vernachlässigenden Offsetspannung behaftet sind (auch ohne Differenzdruck kann an Pin 7 des OP 4 eine Spannung anstehen), ist eine entsprechende Offsetspannungskompensation erforderlich. Diese wird mit dem Trimmer R 19 über den Vorwiderstand R 20 eingespeist



und ist sowohl für DS 1 als auch für OP 3 und OP 4 wirksam. Gleichzeitig wird mit R 19 eine Gleichspannungsverschiebung vorgenommen, und zwar in der Form, daß der Ausgang des OP 4 (Pin 7) ohne anliegenden Differenzdruck auf + 5,0 V liegt. Bei maximal auftretendem Unterdruck (Leerlauf) sinkt die Spannung auf ca. 1,5 V bis 2 V ab.

Die Größe des Spannungshubes (5,0 V - 2,0 V = 3,0 V) wird mit R 24 eingestellt.

Die an Pin 7 des OP 4 anstehende, dem Unterdruck invers proportionale Steuerspannung gelangt über R 7 auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 9) des OP 2. Dieser Operationsverstärker ist als Komparator geschaltet und vergleicht die an Pin 9 anstehende Spannung mit derjenigen an Pin 10.

OP 1 stellt mit seiner Zusatzbeschaltung einen Sägezahn-/Impuls-Generator dar. Die über C 3 anstehende Sägezahn-Spannung mit einem Hub im Bereich von ca. 1,2 V bis 5,5 V, wird auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 10) des OP 2 gegeben.

Liegt der Wert der Sägezahn-Spannung an Pin 10 des OP 2 unterhalb der Spannung an Pin 9, so führt der Ausgang (Pin 8 des OP 2) „low“-Potential (ca. 0 V). In dem Moment, in dem die Sägezahn-Spannung an Pin 10 den Wert der Steuerspannung an Pin 9 des OP 2 überschreitet, wechselt der Ausgang

(Pin 8) von ca. 0 V auf ca. + 7 V. Hierdurch wird der Speicher, bestehend aus N 3/N 4, zurückgesetzt und der Ausgang (Pin 10 des Gatters N 3) führt „high“-Potential (ca. + 8 V). Hierdurch wird der Torsteuer-Eingang (Pin 1) des IC 6 gesperrt. Es werden keine weiteren Impulse vom Unterbrecherkontakt gezählt, obwohl diese Impulse noch an Pin 2 des IC 6 anstehen.

Kurze Zeit später erscheint am Ausgang des Gatters N 1 (Pin 4) ein „high“-Signal, das die IC's 4 und 5 (Pin 1) dazu veranlaßt, den Wert des Zählerstandes der beiden im IC 6 enthaltenen Dezimalzähler in ihre Speicher zu übernehmen und zur Anzeige zu bringen. Nachdem das Potential an Pin 4 des Gatters N 1 wieder auf „low“ zurückspringt, wird über C 5/R 8 mit der fallenden Flanke ein kurzer positiver Impuls am Ausgang (Pin 3) des Gatters N 2 erzeugt, der über die Steuereingänge Pin 7 und Pin 15 die beiden im IC 6 enthaltenen Dezimalzähler auf 0 zurücksetzt.

Gleichzeitig wird über Pin 8 des Gatters N 3 der Speicher N 3/N 4 gesetzt (Pin 10 von N 3 geht auf ca. 0 V) und das Tor (Pin 1 des IC 6) wird freigegeben.

Im selben Moment können die an Pin 2 des IC 6 anstehenden, der Motordrehzahl proportionalen, Impulse für eine neue Zählung registriert werden.

Gestoppt wird die Zählung in dem Moment, in dem die Sägezahn-Spannung an

C 3 die Steuerspannung an Pin 9 des OP 2 überschreitet, wie dies bereits vorstehend beschrieben wurde. Damit ist ein kompletter Funktionszyklus abgeschlossen.

Wie wir daraus sehen, bleibt das Tor um so länger geöffnet, je höher die Steuerspannung an Pin 9 des OP 2 ist (denn um so länger dauert es, bis die Sägezahn-Spannung an C 3 den Wert der Steuerspannung an Pin 9 erreicht hat).

Schaut man sich rückblickend das vielleicht etwas aufwendig erscheinende Verfahren einmal genauer an, stellt man fest, daß abgesehen vom unverzichtbaren Drucksensor ausschließlich preiswerte Bauelemente Verwendung finden.

Die Versorgungsspannung wird über D 1, L 1 sowie C 1 entkoppelt und gepuffert sowie anschließend mit Hilfe des Festspannungsreglers IC 1 stabilisiert.

Sollen die LED-Anzeigen des ELV-Echtwert-Ökonometers unregelt mit voller Helligkeit aufleuchten, so kann der Transistor T 1 mit den beiden Widerständen R 9 und R 10 ersatzlos entfallen. Die Kollektor-Emitter-Strecke von T 1 ist hierbei über eine Brücke zu verbinden.

Wird eine Helligkeitsregelung gewünscht, kann hierzu die im „ELV journal“ Nr. 37 beschriebene Schaltung „Automatische Helligkeitssteuerung für LED-Anzeigen“ herangezogen werden. Diese Schaltung

wird auf einer separaten kleinen Leiterplatte aufgebaut und kann gleichzeitig bis zu 10 verschiedene digitale LED-Anzeige-Geräte aus der ELV-Serie Kfz-Elektronik ansteuern und die Helligkeit automatisch nachregeln. Nur in diesem Fall werden T 1, R 9, R 10 benötigt.

Zum Nachbau

Der Aufbau dieser neuartigen und interessanten Schaltung erfolgt auf drei Leiterplatten.

1. Anzeigenplatine
2. Hauptplatine mit Spannungsregler
3. Drucksensorplatine

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.

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 Anschlußbeinchen des Drucksensors des Typs KPY 12 werden so nach unten abgewinkelt, daß beim anschließenden Einsetzen in die Bohrungen der Drucksensorplatine die kleine Markierungsnase senkrecht nach unten, also zur Platine hin weist. Beim späteren Zusammenbau weist somit der Ansaugstutzen des Drucksensors in Richtung Gehäuserückwand bzw. er wird durch eine Bohrung in der Gehäuserückwand hindurchgesteckt.

Der auf der Anzeigenplatine angeordnete Trimmer R 6 wird mit zwei ca. 6 cm langen isolierten flexiblen Zuleitungen mit den Platinenanschlußpunkten „e“ und „f“ auf der Drucksensorplatine verbunden.

An der Seite der Hauptplatine, die zur Gehäuserückseite hinweist, sind vier 30 mm lange Silberdrahtabschnitte einzulöten, die senkrecht nach oben weisen und anschließend durch die zugehörigen Bohrungen der Drucksensorplatine gesteckt und verlötet werden. Die Bestückungsseiten beider Leiterplatten weisen hierbei zueinander hin und liegen direkt parallel in einem Abstand von 22 mm. Dieser Abstand ergibt sich durch die Führungsnuten in dem dafür vorgesehenen Kfz-Einbaugehäuse. Für ein entsprechendes Aufbaugehäuse gilt der gleiche Abstand, obwohl hier keine Führungsnuten vorhanden sind.

Die positive Versorgungsspannung (Schaltungspunkt „a“), die im Bereich zwischen + 10 V und + 15 V schwanken darf, ist hinter einer Fahrzeugsicherung abzunehmen, die über das Zündschloß ein- und wieder ausgeschaltet wird.

Die Schaltungsmasse („b“) wird an die Kfz-Masse angeklemmt.

Die dritte Zuleitung („c“) wird direkt am Unterbrecherkontakt bzw. an dem entsprechenden Anschluß der Zündspule ange-

schlossen. 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 eine ausreichende Spannungshöhe (12 V Hub) zur Verfügung stellt. Sind letztgenannte Forderungen nicht zu erfüllen, ist durch geringfügige schaltungstechnische Veränderungen, die ausführlich im „ELV journal“ Nr. 39 (Artikel bezüglich „Digitales Kfz-Kombi-Meßgerät“ Seite 32) beschrieben sind, vorzunehmen, so daß auch hier eine Möglichkeit zum Anschluß des ELV-Echtwert-Ökonometers gegeben ist.

Schaltungsveränderungen sind nur in sehr seltenen Fällen bei ganz speziellen elektronischen Zündeinrichtungen erforderlich. Im allgemeinen kann, wie bereits erwähnt, der Platinenanschlußpunkt „c“ direkt an den Unterbrecherkontakt der Zündanlage angeschlossen werden. Die hohe Qualität der Eingangs-Impulsformerschaltung hat sich bereits vielfach bewährt sowohl im ELV-Kfz-Kombi-Meßgerät als auch im ELV-Digital-Drehzahlmesser.

Der Unterdruck wird über einen Kunststoffschlauch dem Drucksensor DS 1 zugeführt, dessen Ansaugstutzen 5 bis 10 mm auf der Gehäuserückseite hervorsteht.

Der Schlauchanschluß am Motor wird hinter der Drosselklappe vorgenommen, also im Bereich zwischen Einlaßventilen und Drosselklappe.

Die meisten Fahrzeuge besitzen an dieser Stelle bereits einen Schlauchanschluß zur Versorgung des Bremskraftverstärkers, der seine Energiezufuhr in Form von Unterdruck erhält. Bei einem weiteren Teil der Fahrzeuge spaltet sich dieser Anschluß über ein T-Stück auf, und zwar zum einen für den Bremskraftverstärker (wie im ersten Fall) und zum anderen für die Unterdruckspätverstellung der Zündanlage.

Damit nun weder die Unterdruckverstellung noch die Funktion des Bremskraftverstärkers beeinträchtigt wird, sollte der Unterdruckanschluß des ELV-Echtwert-Ökonometers ausschließlich von einem sachkundigen Fachmann durchgeführt werden. Hierbei sollte das zusätzlich einzufügende T-Stück an der neugeschaffenen Ausgangsseite (Schlauchanschluß zum Drucksensor DS 1) einen möglichst kleinen Durchmesser (wenige mm) aufweisen, der so gering bemessen ist, daß auch bei abgezogener Schlauchverbindung zum ELV-Echtwert-Ökonometer durch die eintretende Luft keine Beeinträchtigung der Funktion von Unterdruckverstellung und Bremskraftverstärker gegeben ist.

Abschließend wollen wir noch darauf hinweisen, daß zahlreiche Fahrzeuge auch vor der Drosselklappe, d. h. im Bereich zwischen Luftfilter und Drosselklappe einen Schlauchanschluß besitzen, der zur Unterdruckfrühverstellung dient. Dieser Anschluß ist jedoch für das ELV-Echtwert-Ökonometer nicht geeignet, da die Charakteristik der dort auftretenden Unterdruckkurve anders verläuft als bei Abnahme hinter der Drosselklappe.

Kalibrierung

Die Einstellung, d. h. die Kalibrierung des ELV-Echtwert-Ökonometers, ist ohne aufwendige Hilfsmittel auf einfache Weise mit einem Voltmeter möglich.

Zunächst werden die Trimmer R 6, R 19 und R 24 ungefähr in Mittelstellung gebracht.

Das Voltmeter wird jetzt mit seinem Minusanschluß an die Schaltungsmasse (Platinenanschlußpunkt „b“) und mit seinem Plusanschluß an Pin 7 des OP 4 angeklemmt.

Bei zunächst noch vom Drucksensor DS 1 abgenommenem Schlauchanschluß zur Unterdruckzuführung, wird mit R 19 an Pin 7 des OP 4 eine Spannung von 5,0 V eingestellt.

Als nächstes wird der Motor gestartet (Leerlauf) und der Drucksensor angeschlossen (Schlauch zur Unterdruckzuführung auf den Ansaugstutzen des Drucksensors schieben). Die Spannung an Pin 7 des OP 4 wird jetzt kleinere Werte annehmen. Sie sollte auf ungefähr 2,0 V zurückgehen. Liegt sie oberhalb 2,0 V, so ist mit R 24 die Verstärkung des OP 4 zu erhöhen, während bei Werten unterhalb 2,0 V die Verstärkung mit R 24 abzusenken ist (Drehen im Uhrzeigersinn: Verstärkung wird kleiner – Drehen entgegen dem Uhrzeigersinn: Verstärkung wird größer, d. h. Linksanschlag: maximale Verstärkung).

Nachdem die Verstärkung korrigiert wurde, ist bei abgezogenem Unterdruckschlauch R 19 wieder so einzustellen, daß die Spannung an Pin 7 des OP 4 wieder 5,0 V beträgt. Anschließend ist im Leerlauf der Unterdruckschlauch wieder auf den Drucksensor zu setzen und zu prüfen, ob die gemessene Spannung auf ca. 2,0 V zurückgeht.

Die wechselseitigen Einstellungen zwischen R 19 und R 24 sind sooft auszuführen, bis der Spannungshub zwischen abgezogenem und aufgesetztem Unterdruckschlauch (Motor läuft im Leerlauf) 3,0 V beträgt. Der untere Spannungswert (2,0 V) kann hierbei ohne weiteres um 0,2 (maximal 0,5 V) abweichen, während bei abgezogenem Unterdruckschlauch 5,0 V möglichst exakt am Ausgang des OP 4 (Pin 7) anstehen sollten.

Jetzt kann das Gerät ins Fahrzeug eingebaut werden.

Die Skalenfaktoreinstellung erfolgt mit dem von der Frontseite her zu bedienenden Trimmer R 6.

Hierzu fährt man mit dem Fahrzeug, sofern es die Sicherheit und die Straßenverhältnisse zulassen, im höchsten Gang Vollgas und bittet eine zweite Person, die Anzeige auf einen Wert zwischen 98 % und 100 % (Anzeige 00) einzustellen.

Bei Fahrzeugen mit einem zusätzlichen „Schongang“, bei dem die Drehzahl bei Höchstgeschwindigkeiten niedriger ist als im nächst kleineren Gang, muß zwischen beiden Gängen ausprobiert werden, in welchem Gang das ELV-Echtwert-Ökonometer den höheren Anzeigewert aufweist, der dann 100 % entspricht. Hierbei ist zu be-

achten, daß das Gerät keine Überlaufanzeige besitzt und Werte von 105 % als 05 % ausgewiesen werden. Auf die Überlaufanzeige wird bewußt verzichtet, da bei korrekter Einstellung nie mehr als 99 % bzw. 100 % auftreten können. Wird während der Fahrt das Gas vollständig zurückgenommen, liegt die Anzeige im allgemeinen zwischen 0 und 5 %

Sollte der Einstellbereich des Trimmers R 6 nicht ausreichen, so kann der Widerstand R 5 im Bereich zwischen 10 kΩ und 100 kΩ variiert werden, um so mit R 6 den erforderlichen Einstellbereich zu erhalten.

Das Gerät arbeitet aufgrund der internen Temperaturkompensation in einem weiten Temperaturbereich von 0°C bis +70°C einwandfrei, wobei extreme Temperaturunterschiede die Anzeige nur geringfügig (wenige Prozent) beeinflussen. Im mittleren Temperaturbereich ist der Einfluß jedoch kleiner als 1 Digit (1 % vom Meßbereichsendwert).

Damit ist der Nachbau dieses interessanten und vor allem umweltfreundlichen Kfz-Zusatzgerätes bereits beendet.

Stückliste: Echtwert-Ökonometer

Halbleiter

IC 1	7808
IC 2	LM 324
IC 3	CD 4001
IC 4, IC 5	CD 4543
IC 6	CD 4518
T 1	BC 327
T 2	BC 548
D 1	1 N 4001
D 2, D 3, D 6	1 N 4148
D 4	ZPD 8,2
D 5	ZPD 3,3
DS 1	KPY 12
TS 1	SAS 1000
Di 1, Di 2	DJ 700 A

Kondensatoren

C 1-C 4, C 7-C 10	10µF/16 V
C 5	1 nF
C 6, C 11	47 nF

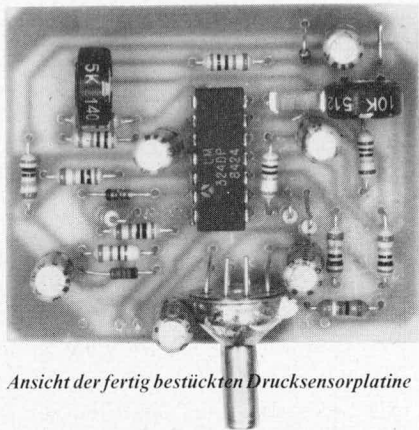
Widerstände

R 1, R 2	100 kΩ
----------	--------

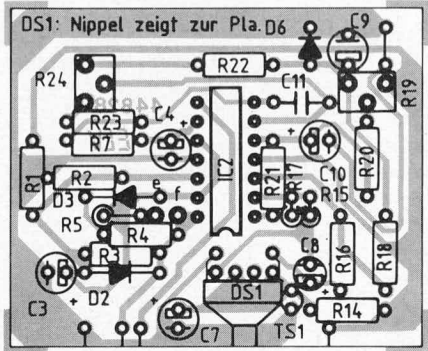
R 3	47 kΩ
R 4, R 9-R 11	1 kΩ
R 5	33 kΩ
R 7, R 13	10 kΩ
R 6	100 kΩ, Trimmer, liegend
R 8, R 15-R 18	100 kΩ
R 12	2,7 kΩ
R 14	390 Ω
R 19	10 kΩ, Trimmer, stehend
R 20	1 MΩ
R 21	10 kΩ
R 22	1 kΩ
R 23	220 kΩ
R 24	5 kΩ, Trimmer, stehend

Sonstiges

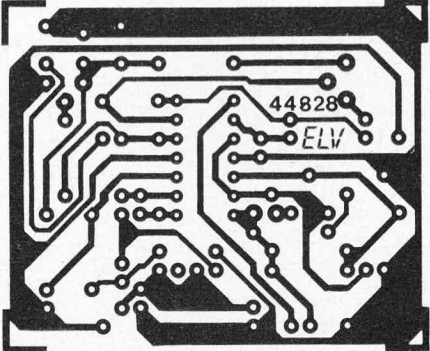
L 1	51 µH Spule
L 2	150 mH Spule
4 Lötstifte	
20 cm Silberdraht	
20 cm isolierter Schuttdraht	
3 m flexible Leitung 2 x 0,4 mm²	
3 m PVC-Schlauch, Innendurchmesser 4 mm	



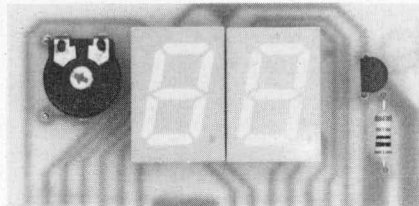
Ansicht der fertig bestückten Drucksensorplatine



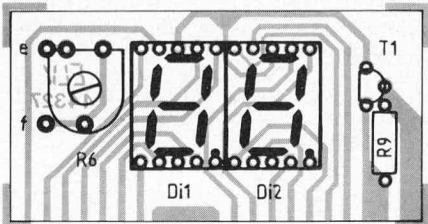
Bestückungsseite der Drucksensorplatine



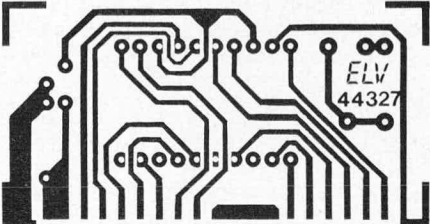
Leiterbahnseite der Drucksensorplatine



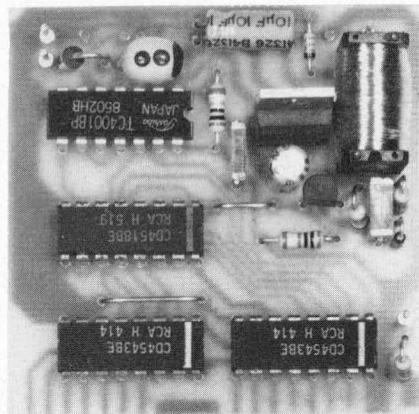
Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine



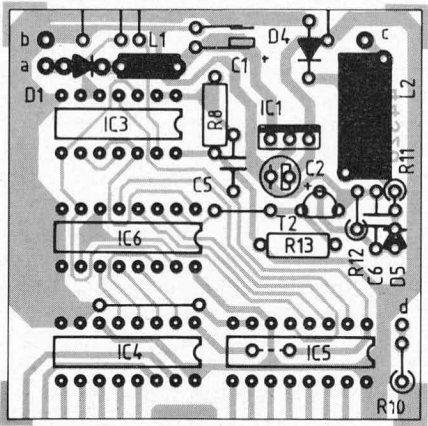
Bestückungsseite der Anzeigenplatine



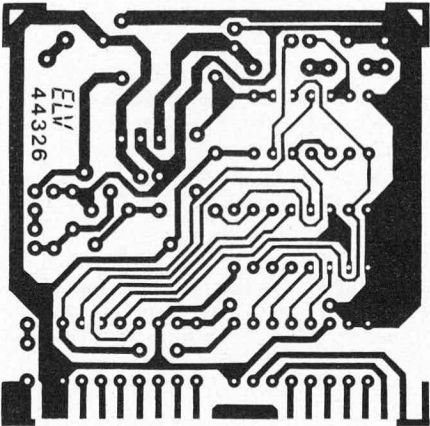
Leiterbahnseite der Anzeigenplatine



Ansicht der fertig bestückten Hauptplatine



Bestückungsseite der Hauptplatine



Leiterbahnseite der Hauptplatine