

LED-Drehzahlmesser

Speziell für Roller und Mopeds

Eigentlich könnte man ja meinen, daß ein Selbstbau-Drehzahlmesser heutzutage nicht mehr gebraucht wird, weil ohnehin schon jedes Gefährt über ein solches Anzeigeelement verfügt. Erstaunlicherweise gibt es aber immer noch Ausnahmen. Wer ein Kleinkraftrad der genannten Sorte sein eigen nennt, wird in den meisten Fällen eine Nachrüstlösung gebrauchen können. Die hier beschriebene Schaltung ist preiswert und einfach zu bauen und liefert eine übersichtliche und zuverlässige Anzeige.



Auch bei den Autoherstellern gibt es noch immer einige Vertreter der guten alten Aufpreispolitik, die so ein selbstverständliches Detail wie einen Drehzahlmesser als Luxusartikel einstufen, den es nur in Verbindung mit einem saftigen Aufpreis oder am besten gleich nur in Verbindung mit einem zusätzlichen Ausstattungspaket und einem stärkeren Motor gibt. Bei einem zweirädrigen Kraftfahrzeug ist ein Drehzahlmesser sicher dann kein überflüssiger Luxus, wenn ein manuell geschaltetes Getriebe vorhanden ist. Tacho und Drehzahlmesser gehören

eigentlich zusammen, wenn man immer im optimalen Drehzahlbereich unterwegs sein möchte. Natürlich werden viele Fahrer der Meinung sein, daß sie ganz gut nach Gefühl und Gehör schalten können. Nur ist das mit dem Gehör in Verbindung mit einem ordentlichen Helm nicht immer so einfach. Außerdem lehrt die Erfahrung, daß nur ein Drehzahlmesser eine wirklich zuverlässige Information und damit die Möglichkeit bietet, immer möglichst umweltschonend und benzinsparend zu fahren. In der Praxis bedeutet das: mit möglichst niedriger,

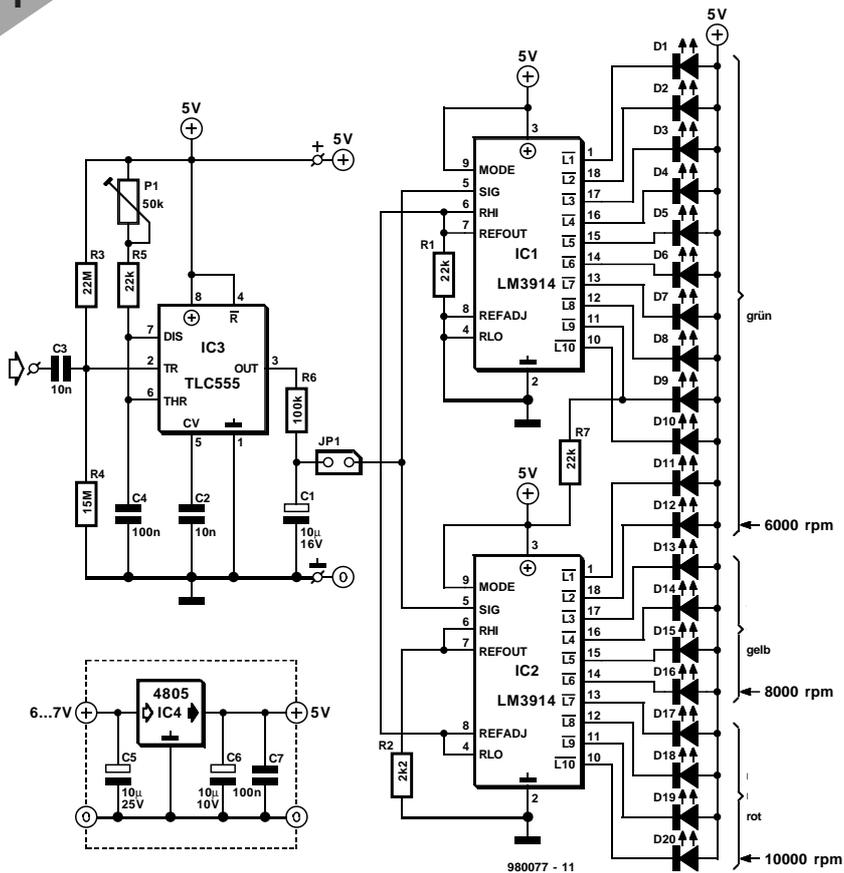


Bild 1. Die Schaltung des Drehzahlmessers besteht aus dem Frequenz/Spannungs-Umsetzer mit IC1 und der Gleichspannungsanzeige mit IC2 und IC3.

aber auch nicht zu niedriger Drehzahl - und dafür braucht man eben eine genauere Information, als sie das Motorgeräusch liefert.

DIE LÖSUNG

Wer darangeht, einen Drehzahlmesser zu entwickeln, wird schnell feststellen, daß es eine Reihe von Lösungsmöglichkeiten gibt. Sowohl beim Meßprinzip als auch bei der Anzeige stellt sich die prinzipielle Frage: Analog oder digital? Was die Anzeige betrifft, ist eine digitale Anzeige mit Ziffern zwar für den in der Wolle gefärbten Techniker einfach attraktiver, sie entspricht aber nicht den ergonomischen Anforderungen. Die Stellung eines Zeigers oder eines Lichtpunkts auf einer runden Skala ist eindeutig besser und schneller wahrzunehmen und auszuwerten als eine Ziffernanzeige, die erst einmal eine gedankliche Umsetzung erfordert. Bei einer Analoganzeige stellt sich die Frage, ob man eine quasianaloge LED-Anzeige oder ein mechanisches Zeigerinstrument (Drehspulinstrument) verwendet. Hier kann man der für den Elektroniker naheliegenderen Lösung mit Leuchtdioden den Vorzug geben. Es gibt zwar spezielle Drehspulinstrumente für Drehzahlmesser, die sind

aber nicht überall erhältlich und auch nicht billig, so daß für den Selbstbau eigentlich nur die LED-Variante in Frage kommt. Passende ICs zur Ansteuerung von LEDs sind in fast jedem Katalog zu finden, und mit 20 LEDs erhält man sicher eine ausreichend hohe Auflösung der Anzeige. Dank der genannten Spezial-ICs bleibt der Bauteilufwand insgesamt gering. Da die Anzeige eine Gleichspannung in einen LED-Balken umsetzt, benötigen wir noch eine Schaltung, die abhängig von der Drehzahl eine Gleichspannung liefert. Für die Drehzahlinformation gilt es außerdem einen passenden Sensor zu finden, der nach Möglichkeit Impulse liefern soll, deren Frequenz von der Drehzahl abhängt. Die eigentliche Meßschaltung stellt dann einen Frequenzmesser dar, der die Frequenz des Impulssignals in eine proportionale Gleichspannung wandelt. Das hört sich komplizierter an, als es in der Praxis ist - siehe Schaltung in Bild 1.

DREHZAHL NACH GLEICHSPANNUNG

Ein geeigneter Sensor wäre ein Impulsgeber, der pro Umdrehung der Kurbelwelle einen Impuls liefert. Dabei sollen

natürlich im Sinne einer unkomplizierten Nachrüstung keine Ein-, An- oder Umbauarbeiten größeren Stils am geliebten Schmalspur-Feuerstuhl anfallen. Die einfachste Lösung ist wohl eine kontaktlose Messung der Zündimpulse, indem man einfach eine Aufnehmerspule in Form von ein paar Drahtwindungen um das Zündkabel wickelt. Da im Zündkabel sehr hohe Spannungen herrschen (es handelt sich immerhin um die Zündspannung im kV-Bereich), die Ströme hingegen nicht allzu hoch sind, handelt es sich nur zum (geringen) Teil um eine induktive Kopplung. In der Hauptsache ist es die kapazitive Kopplung, die eine Spannung in der Aufnehmerspule "induziert". In der Praxis reichen daher etwa 10 bis 20 Windungen auf dem Zündkabel aus. In der Schaltung des Drehzahlmessers ist die Aufnehmerspule über den Kondensator C3 mit dem Triggereingang des Timer-ICs TLC555 verbunden. Der Eingang ist wegen der kapazitiven Kopplung zwischen Aufnehmerspule und Zündkabel hochohmig ausgelegt. Jeder Zündimpuls triggert mit der positiven Flanke das als monostabiler Multivibrator geschaltete Timer-IC. Sobald es einmal getriggert ist, geht sein Ausgang für eine bestimmte Zeitdauer auf High, so daß am Ausgang ein Impuls definierter und konstanter Länge entsteht. Diese Impulsdauer wird durch das RC-Glied mit P1, R5 und C4 festgelegt und ist mit P1 einstellbar. Solange der Ausgang High ist, kann das IC auch nicht nachgetriggert werden. Das ist deshalb wichtig, weil das von der Aufnehmerspule gelieferte Signal kein einzelner Impuls ist, sondern vielmehr eine gedämpfte Schwingung, bei der eine normale Triggerstufe durch Mehrfachtriggerung gleich eine Reihe von Impulsen liefern würde. Da nun am Ausgang von IC3 mit jeder Zündung ein Impuls konstanter Breite anliegt, ist die Umsetzung der Impulsfrequenz in eine proportionale Gleichspannung sehr einfach:

LED - ANZEIGE

Es reicht ein Integrierglied, bestehend aus R6 und C1. Die Spannung am Kondensator stellt dann schon die Ausgangsspannung der Meßschaltung dar. Jetzt geht es nur noch darum, den Meßwert über die LED-Anzeige auch sichtbar zu machen.

Für die Umsetzung einer Gleichspannung in eine LED-Zeile gibt es spezielle ICs, wobei der LM3914 von National Semiconductor wahrscheinlich das bekannteste ist. Wie es der Zufall will, wird genau dieser Baustein auch in einer anderen Meßschaltung in dieser Ausgabe als LED-Treiber verwendet, nämlich in dem 433-MHz-Feldstärke-meßgerät.

Das IC vergleicht die an den Eingang

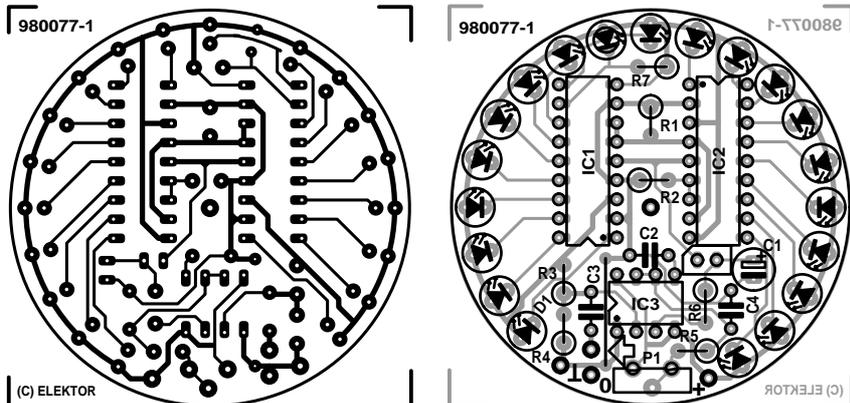


Bild 2. Die Platine zum Aufbau der Schaltung ist so ausgelegt, daß sie in ein handelsübliches Rundgehäuse eingebaut werden kann.

angelegte Gleichspannung mit Hilfe von Komparatoren mit 10 Spannungswerten an einem linear (mit 1-k-Widerständen) abgestuften Spannungsteiler. Damit diese Vergleichswerte auch stabil und genau eingehalten werden, verfügt das IC über eine eigene Referenzspannungsquelle. Sobald nun die Eingangsspannung einen Vergleichswert überschreitet, steuert der dieser Schwelle zugeordnete Komparator die an seinem Ausgang angeschlossene LED an. Dabei kann mit dem IC-Anschluß 9 (MODE) gewählt werden, ob das IC eine Punkt- oder eine Balkenanzeige liefern soll. Bei der Punktanzeige leuchtet nur die LED auf, deren Schwellenwert gerade von der Meßspannung überschritten wird, alle

anderen LEDs bleiben dunkel. Im Balkenmodus leuchten alle LEDs auf, deren Schwellenwert unter dem momentanen

Wert der am Eingang anliegenden Meßspannung liegen.

Für den Punkt-Modus wird Pin 9 einfach nicht beschaltet, für den Balken-Modus (wie im vorliegenden Fall) ist Pin 9 mit der Betriebsspannung (hier 5 V) zu verbinden.

Eine sehr praktische Eigenschaft des LM3914 ist die Möglichkeit, mehrere

ICs für einen größeren Anzeigebereich zu kaskadieren. Für eine gute Auflösung sind bei einem Drehzahlmesser 10 LEDs etwas zu wenig, weshalb hier zwei ICs für eine Anzeige mit 20 LEDs hintereinandergeschaltet sind. Die Meßspannung wird dabei an beide ICs parallel angelegt, deshalb sind auch die beiden Signaleingänge miteinander verbunden. Hintereinandergeschaltet sind jedoch die beiden Spannungsteiler durch die Verbindung zwischen Pin 6 (RHI) von IC1 und Pin 4 (RLO) von IC2. Damit ergibt sich ein 20stufiger Spannungsteiler wie folgt: Das obere Ende (RHI) des Spannungsteilers von IC2 liegt an der Referenzspannung von 1,25 V, die an Pin 7 (REFOUT) anliegt. Das untere Ende des Spannungsteilers von IC2 (RLO) ist verbunden mit dem oberen Ende des Teilers in IC1 (RHI), dessen unteres Ende (RLO) an Masse liegt.

Der Meßbereich des Drehzahlmessers läßt sich mit P1 einstellen. Bei einem typischen Abgleich auf einen Meßbereich bis 10.000 min^{-1} (Umdrehungen/Minute) entspricht jede LED einer Änderung um $500 \text{ Umdrehungen/Minute}$. Damit der Drehzahlmesser noch leichter interpretierbar ist, kann man die LED-Skala durch verschiedenfarbige LEDs farb-

Stückliste

Widerstände:

R1 = 2k2
R2, R7 = 22 k
R3 = 22 M
R4 = 15 M
R5 = 22 k
R6 = 100 k
P1 = 50 k Trimpoti (stehend)

Kondensatoren:

C1 = 10 μ /16 V stehend
C2, C3 = 10 n (RM 5 mm)
C4 = 100 n (RM 5 mm)

Halbleiter:

D1...D13 = Low-current-LED grün
D14...D16 = Low-current-LED gelb
D17...D20 = Low-current-LED rot
IC1, IC2 = LM3914
IC3 = TLC555

Außerdem:

JP1 = 2-polige Kontaktreihe mit Jumper
Gehäuse: Conrad Bestellnr. 84 22 30-66
Platine: 980077-1 (siehe Service-Seiten)
Aufnehmerspule: siehe Text

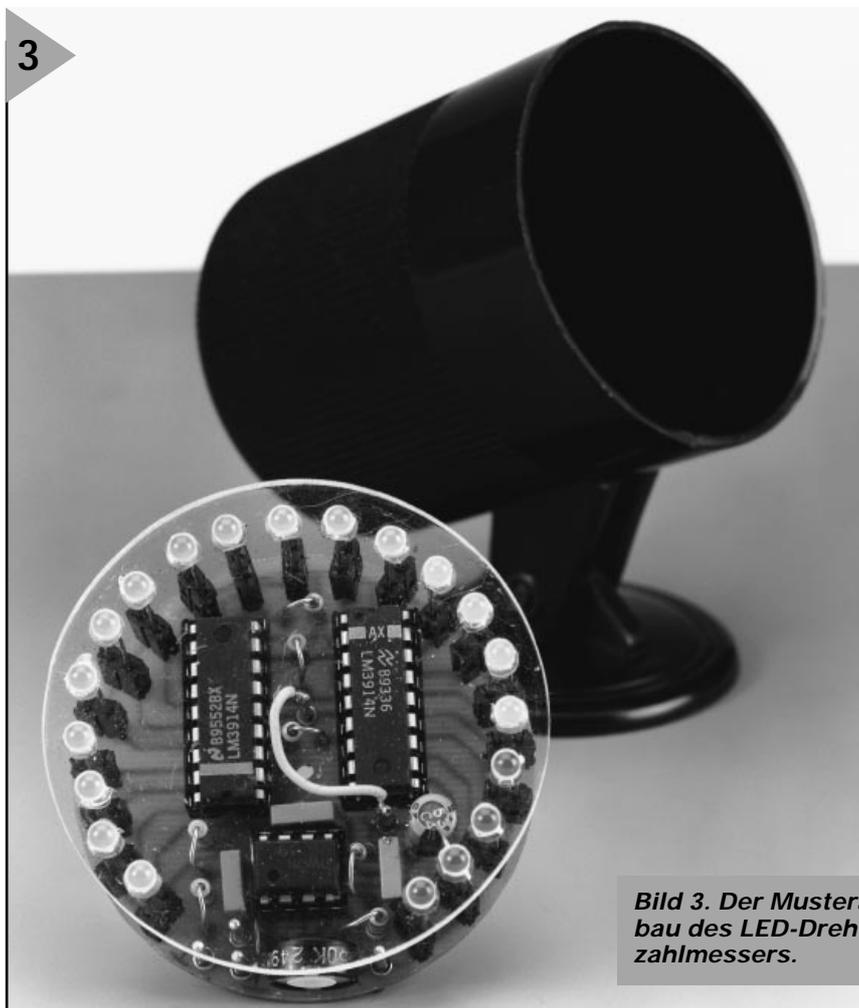


Bild 3. Der Musteraufbau des LED-Drehzahlmessers.

lich abstufen. Um bei dem 10.000er-Bereich zu bleiben, kann man zum Beispiel den "sicheren" Bereich von 500 bis 6000 (D1...D12) mit grünen LEDs, den Vorsichts-Bereich bis 8000 (D13...D16) mit gelben LEDs und den "verbotenen" Bereich von 8500 bis 10.000 (D17...D20) mit roten LEDs bestücken. Selbstverständlich kann man Meßbereich und Markierung den Gegebenheiten des eigenen Gefährts anpassen. Für einen zweirädrigen Oldie wird man die roten LEDs vielleicht schon bei 4000 Umdrehungen/Minute ansetzen wollen, damit das gute Stück nicht überdreht wird.

PRAXIS

Mit der in **Bild 2** gezeigten, einfachen Platine gelingt der Nachbau ohne Probleme, wenn man beim Bestücken und Löten etwas Sorgfalt aufwendet. Die LEDs sind kreisförmig angeordnet, wie es für eine anloge Anzeige der Drehzahl immer noch am übersichtlichsten ist. Dank der geringen Bauteilanzahl eignet sich das Projekt besonders für den Elektronik-Einsteiger. Wichtig ist aber, daß die LEDs richtig gepolt eingelötet werden. Mit dem Jumper JP1 läßt sich die Verbindung zwischen Meßschaltung und Anzeigeschaltung auftrennen, um beide Teile unabhängig voneinander testen zu können. Wenn man den Eingang des Drehzahlmessers mit einem Impulssignal (5-V-Signalpegel) ansteuert, muß an C1 eine kleine Gleichspannung zu messen sein (je nach Frequenz zwischen 0 und 1,25 V). Der Wert variiert etwas, wenn man P1 verstellt.

Wenn man an den Eingang der Anzeigeschaltung eine Gleichspannung zwischen 0 und 1,25 V anlegt, müssen die LEDs entsprechend der Spannung auf-

Abgleich

P1 stellt die Pulsbreite der von IC3 erzeugten Impulse ein. Damit ändert sich der Umsetzfaktor der Frequenz/Spannungs-Umsetzung, was hier benutzt wird, um den Meßbereich des Drehzahlmessers abzugleichen. Für den Abgleich selbst gibt es mehrere Möglichkeiten, wie den Vergleich mit einem anderen Drehzahlmesser oder den Abgleich mit einer bekannten und einstellbaren Frequenz von einem Impuls- oder Funktionsgenerator. Im Bereich eines ausreichend starken 50-Hz-Wechselfelds (z.B. ausgehend von einem Klingeltrafo) liefert auch die Aufnehmerspule ein 50-Hz-Signal für den Abgleich. Alternativ kann man eine Wechselspannung von einem Kleintrafo mit maximal etwa 5 V direkt an C3 anschließen und erhält so ebenfalls ein 50-Hz-Signal für den Abgleich.

50 Hz bedeutet 50 Triggerflanken in der Sekunde, in der Minute sind das $50 \times 60 = 3000$ Impulse, was bei einem 1-Zylinder-2-Takt-Motor einer Drehzahl von 3000 min^{-1} entspricht. Im Falle des Meßbereichs bis 10.000 min^{-1} wäre P1 bei 50 Hz an C3 so abzugleichen, daß die für die Anzeige von 3000 min^{-1} zuständige LED D6 gerade aufleuchtet.

Aufgrund ihres starken Streufelds eignet sich eine netzbetriebene Entmagnetisierungsspule (zum Entmagnetisieren von Tonköpfen) besonders gut, um in die Aufnehmerspule des Drehzahlmessers 50 Hz für den Abgleich zu induzieren. Auf keinen Fall darf man den Eingang der Schaltung direkt mit dem Lichtnetz verbinden, die Eingangsspannung sollte nicht höher als die bereits genannten 5 V sein.

leuchten (0,125 V Spannungsänderung pro LED). Sind beide Teile in Ordnung, kann man die Verbindung durch Setzen des Jumpers wieder herstellen.

Für die Verbindung zwischen der Aufnehmerspule und der Schaltung genügt ein einfaches Litzenkabel oder ein einadriges abgeschirmtes Kabel.

Die Platine wurde so ausgelegt, daß sich die Schaltung in ein passendes Rundinstrumentengehäuse einbauen läßt, wie es zum Beispiel in der Stückliste angegeben ist. Dieses Gehäuse wurde auch für den Musteraufbau (**Bild 3**) verwendet.

STROMVERSORGUNG

Im Schaltplan ist die Betriebsspannung mit 5 V angegeben, die Schaltung funktioniert aber ebensogut mit 6 V. Es

sollte aber schon eine saubere und stabile Gleichspannung sein, und die ist nun mal an Bord eines Mopeds nicht ohne weiteres vorhanden. Also ist ein Spannungsregler erforderlich, der aber nicht viel Spannung zum Regeln zur Verfügung hat, weil die leichteren Zweiräder meist mit 6-V-Akku ausgerüstet sind. Aus diesem Grund kommt nur ein 5-V-Regler mit geringem Spannungsverlust (ein sogenannter Low-Drop-Regler) in Frage. Im Schaltplan haben wir den häufig verwendeten 4805 angegeben, ein "normaler" 7805 ist definitiv nicht geeignet. Wer Probleme mit der Stromversorgung hat, der kann die Schaltung auch ohne Spannungsregler mit vier Mignonzellen versorgen, die eine ziemlich lange Betriebsdauer ermöglichen (wenn man das Ausschalten beim Abstellen nicht vergißt...). Durch Umstellung auf den Punkt-Modus (Pin 9 von IC1 und IC2 nicht beschalten) läßt sich der Stromverbrauch bei Batterieversorgung um bis zu 80 % verringern. Wer keinen Bedarf an einem Drehzahlmesser hat, kann die Schaltung auch für andere Meßaufgaben nutzen. Wenn nur eine Anzeige für eine Gleichspannung gebraucht wird, kann man die ganze Meßschaltung von C3 bis Jumper 1 einfach weglassen.

(980077)



Bild 4. Deutlich sind die 25 Windungen der Aufnehmerspule am Zündkabel zu sehen.