

# Tachometer

## für Modellautos

Gemessen an dem, was sie leisten, sind käufliche Modellauto-Tachos verhältnismäßig teuer.

Einen Teil des Geldes kann man sparen, wenn man einen gewöhnlichen Fahrrad-Computer zweckentfremdet. Keine schlechte Idee, denn diese Lösung ist tatsächlich preiswert, zuverlässig und leicht in die Tat umzusetzen.

Entwurf: Guy Ubaghs



Die meisten Modellauto-Freunde investieren viel Zeit und Geld in die Pflege ihres Hobbys. Für viele ist die technische Seite die interessanteste; die möglichst präzise Messen der Durchschnitts- und Spitzengeschwindigkeiten gehört selbstverständlich auch dazu. Ohne solche Messwerte ist es schwierig, die Eigenschaften von Antrieb, Fahrgestell und Karosserie zu optimieren. Auch die Wegstrecke, die das Fahrzeug mit einer Akkuladung oder einem gefüllten Kraftstofftank zurücklegt, ist eine aufschlussreiche Größe. Sie gibt indirekt Auskunft über den summarischen Wirkungsgrad der Fahrzeugkomponenten.

Im Fachhandel hat der Modellbahn-Freund die Auswahl unter zahlreichen Messgeräten, wobei die Angebotspalette von einfachen Instrumenten bis zu hochkomplexen Telemetrie-Systemen reicht. Die Preise sind natürlich von Art und Umfang des Gebotenen

abhängig, sie bewegen sich jedoch fast immer auf höherem Niveau. Dem Modellauto-Freund mit schmalereem Hobby-Budget ist sicher eine preiswerte Alternative willkommen, die Ähnliches leistet und trotzdem erschwinglich ist.

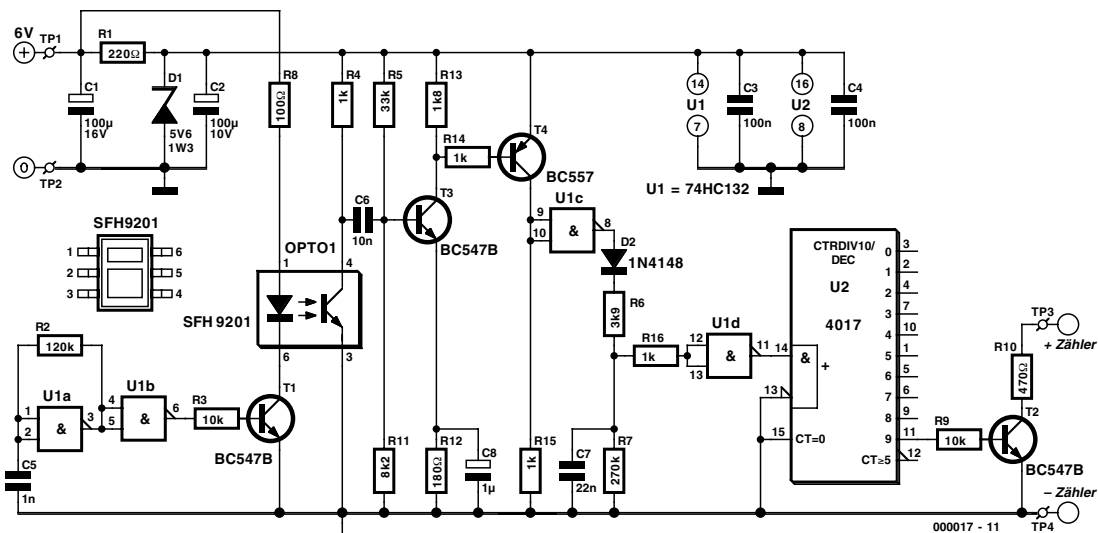
Hinter dem alternativen Modellauto-Tacho steht die Idee, einen so genannten Fahrrad-Computer durch eine möglichst einfache Zusatzschaltung so anzupassen, dass er als Modellauto-Tacho verwendbar ist. Die Produktion in hohen Stückzahlen macht es möglich, dass Fahrrad-Computer im Zweirad-Zubehörhandel und auch anderswo schon sehr preisgünstig angeboten werden. Praktisch jedes Gerät misst außer der Geschwindigkeit auch die Zeit und die zurückgelegte Wegstrecke; aus diesen Daten errechnet es die Durchschnittsgeschwindigkeit. Ideale Voraussetzungen, um den Fahrrad-Com-

puter zum Modellauto-Tachoumfunktionieren zu können...

### SENSOREN

Überzeugte Fahrrad-Freunde, die ihr "Bike" bereits mit einem Fahrrad-Computer ausgerüstet haben, kennen die Messmethode: Ein am Vorderrahmen fest angebrachter Sensor liefert bei jeder Radumdrehung einen Impuls; die erzeugten Impulse steuern die am Lenker angebrachte Elektronik. Als Sensor dient meistens ein Reedkontakt, der immer dann schließt, wenn sich ein in die Speichen geklemmter Dauermagnet in seiner unmittelbaren Nähe vorbeibewegt. Die Pulsfrequenz ist proportional zur Geschwindigkeit, die Anzahl der Impulse ist ein Maß für die zurückgelegte Strecke.

Die beim Fahrrad angewendete Methode ist auf das Modellauto nicht direkt übertragbar. Ein Magnet der auf



**Bild 1. Eine Reflex-Lichtschranke dient als Sensor für die Radbewegung. Das Signal wird verstärkt, die Pulsfrequenz wird durch 10 geteilt.**

die Reifen geklebt wird, ist nicht nur wegen des begrenzten Platzes problematisch. Selbst wenn dieses Problem gelöst ist, würde durch die ungleichmäßige Masseverteilung eine Rad-Unwucht entstehen, die sich nachteilig auf die Lenkbarkeit und die Achsbelastung auswirkt.

Eine nahe liegende Alternative ist der Einsatz eines opto-elektronischen Sensors. Solche Sensoren arbeiten ebenso wie Reedkontakte ohne mechanische Berührung, darüber hinaus haben sie jedoch den Vorteil, dass sie ohne zusätzliche bewegte Masse auskommen. Der Reedkontakt wird durch eine Infrarot-Reflex-Lichtschranke ersetzt, und an die Stelle des umlaufenden Magneten tritt eine lichtreflektierende Zone auf der Rad-Außenseite. In der Praxis hat sich hellweiße oder silberglänzende Farbe am besten bewährt. Bei den gebräuchlichen Rad-Durchmessern muss die reflektierende Zone ca. 1 cm breit sein; die Breite sollte etwa ein Zehntel des Radumfangs betragen. Der opto-elektronische Sensor muss natürlich so am Fahrzeug montiert werden, dass er die Hell-Dunkel-Zonen erfassen kann.

## ANPASSUNG

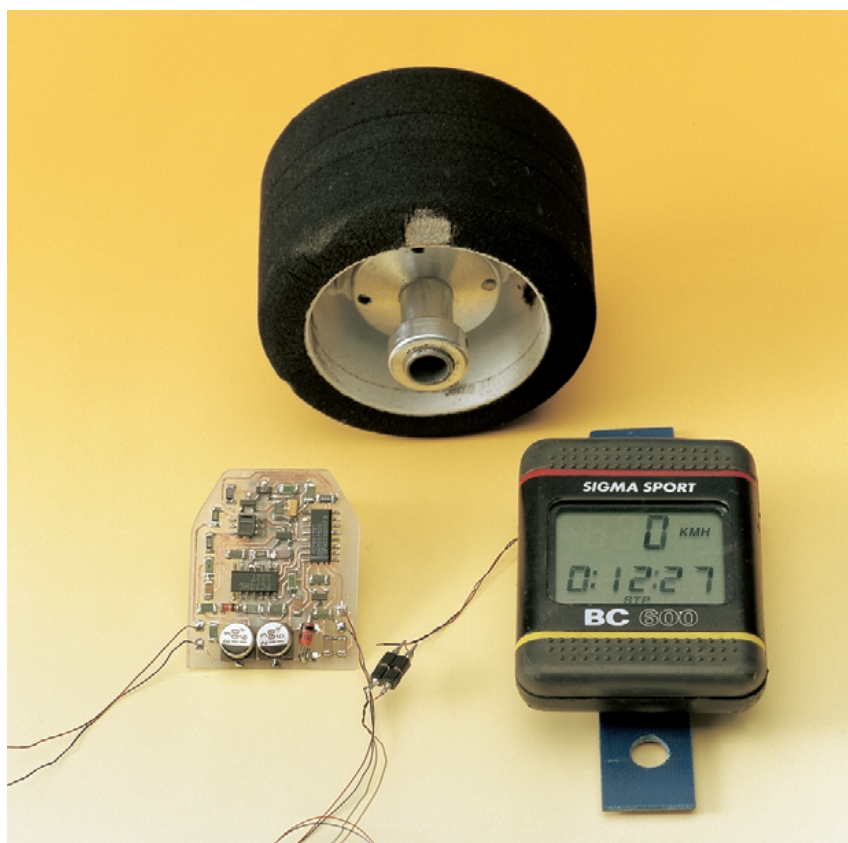
Außer dem opto-elektronischen Sensor und der Hell-Dunkel-Markierung auf dem Rad ist eine Schaltung nötig, die das Messsignal in das Format wandelt, das Fahrrad-Computer an seinem Eingang erwartet. Die Anpassschaltung hat zwei Aufgaben zu erfüllen: Sie muss aus den Sensor-Signalen Impulse formen, wie sie von einem Reed-Kontakt geliefert werden, und sie muss die Pulsfrequenz in den Messbereich des Fahrrad-Computers konvertieren. Die Konvertierung ist notwendig, weil sich das Rad eines Modellautos um ein Vielfaches schneller dreht als das Rad eines Fahrrades. Der Rad-Durchmesser oder -Umfang lässt sich zwar bei allen

Fahrrad-Computern einstellen, die Einstellungsgrenzen bewegen sich jedoch im Bereich der bei Fahrrädern üblichen Größen. Da Rad-Durchmesser, die um den Faktor 10 kleiner sind, außerhalb der einstellbaren Bereiche liegen, muss die Pulsfrequenz auf andere Weise reduziert werden.

## SCHALTUNGS- TECHNISCHES

Eine Schaltung, die die beschriebenen Aufgaben übernimmt, lässt sich, wie Bild 1 zeigt, ohne großen Aufwand realisieren. Wichtigstes Bauelement ist

die Reflex-Lichtschranke SFH9201 von Siemens, in der Schaltung OPTO1 genannt. Beim Versuchsaufbau wurde die Lichtschranken-LED zunächst an Gleichspannung betrieben, doch das erwies sich nicht als optimale Lösung. Ursache war das Umgebungslicht, das den Sensor störend beeinflusst; höhere Fehlerquoten und verminderte Genauigkeit der Messwerte waren die Folge. Deshalb wurde die Gleichspannung



### Stückliste

#### Widerstände:

R1 = 220 k  
R2 = 120 k  
R3,R9 = 10 k  
R4,R14,R15,R16 = 1 k  
R5 = 33 k  
R6 = 3k9  
R7 = 270 k  
R8 = 100  $\Omega$   
R10 = 470  $\Omega$   
R11 = 8k2  
R12 = 180  $\Omega$   
R13 = 1k8

#### Kondensatoren:

C1 = 100  $\mu$ /16 V  
C2 = 100  $\mu$ /10 V  
C3,C4 = 100 n  
C5 = 1 n  
C6 = 10 n  
C7 = 22 n  
C8 = 1  $\mu$ /10 V

#### Halbleiter:

D1 = Z-Diode 5V6/1W3  
D2 = 1N4148  
T1,T2,T3 = BC547B  
T4 = BC557B  
IC1 = 74HC132SO  
IC2 = 4017SO  
OPTO1 = SFH9201 (Siemens)

durch eine wechselförmige Spannung ersetzt, deren Frequenz ungefähr 10 kHz beträgt. Die Auswerteschaltung kann nun als Wechselspannungs-Verstärker aufgebaut werden, was den Einfluss des Umgebungslichtes stark reduziert. Die 10-kHz-Spannung wird von Oszillator IC1a erzeugt, IC1b arbeitet als Puffer, und Transistor T1 sorgt dafür, dass durch die LED ein genügend hoher Strom fließen kann. Wenn die auf dem Reifen angebrachte Hellzone die Reflex-Lichtschranke passiert, wird der Lichtschranken-Fototransistor im 10-kHz-Takt durchgesteuert. An R4 liegt ein puls-

förmiges 10-kHz-Signal, das über C6 zu dem mit T3 und T4 aufgebauten Wechselspannungs-Verstärker gelangt. Das verstärkte Signal wird an R15 abgegriffen, von IC1c gepuffert und anschließend der aus D2, R6, C7 und R7 bestehenden Integrator-Schaltung zugeführt. Aus den 10-kHz-Impulsereihen entstehen zusammenhängende Einzelimpulse; sie steuern IC1d, das ebenfalls als Puffer arbeitet. Die Dimensionierung von R6, C7 und R7 ist so gewählt, dass sich C7 auf die erforderlichen Spannungswerte auf- bzw. entladen kann.

Das generierte Signal gelangt schließlich zum Eingang von Zehn-Zähler IC2. Der Zähler sorgt dafür, dass nur jeder zehnte Impuls zur Basis von Transistor T2 durchgelassen wird. Der offene Kollektor von T2 steuert den Eingang des Fahrrad-Computers.

### STROMVERSORGUNG

Die Schaltung arbeitet an einer Betriebsspannung von +5 V. Diese Spannung kann meistens bequem von dem im Modellauto eingebauten Empfänger bezogen werden. Beim Musteraufbau stand dort eine Spannung von +6 V zur Verfügung. Von C1 geglättet wird die Spannung direkt zum Betrieb der Lichtschranken-LED verwendet (U+ in Bild 1), und für die übrige Schaltung setzen Widerstand R1 und Zenerdiode D1 die 6-V-Spannung auf ca. 5 V herab. Elko C2 dient als Stützkondensator für Lastspitzen, während C3 und C4 für die Entkopplung von IC1 und IC2 sorgen.

### LÖTARBEITEN

Die Schaltung kann als unkritisch eingestuft werden, und wegen der wenigen Bauelemente lässt sie sich schnell aufbauen. Natürlich muss den räumlichen Gegebenheiten des Modellautos beim Schaltungsaufbau Rechnung getragen werden. Am wichtigsten ist dabei, dass der

"freie Blick" der Reflex-Lichtschranke OPTO1 auf die Hell-Dunkel-Zone des Rades gewährleistet ist. Da verfügbarer Platz im Modellbau immer knapp ist, wurde vom Autor eine Platine entworfen (Bild 2), die größtenteils mit SMD-Bauelementen bestückt wird. Nach Angaben des Autors hat die Platine ihren Zweck voll erfüllt, sie konnte jedoch aus Zeitgründen nicht im Elektor-Labor getestet werden. Die Platine ist deshalb als Anregung und Vorschlag für eigene Platinen-Entwürfe zu betrachten.

Von den Gegebenheiten und Möglichkeiten des Modellautos hängt auch die Montage des Fahrrad-Computers ab. Da wegen der Vielzahl der Modelle keine allgemeingültigen Richtlinien gegeben werden können, ist der Erfindergeist des Modellauto-Freunds gefragt.

Das Anschließen der Schaltung ist wirklich einfach. Die Betriebsspannung (beim Musteraufbau +6 V) wird mit richtiger Polarität an Elko C1 gelegt, das zweiadrige Fahrrad-Computer-Kabel wird mit R10 und Masse verbunden. Auf der Platine des Autors (Bild 2) sind die Anschlüsse nur mit etwas Mühe zu erkennen. Die Betriebsspannung liegt dort an den Punkten TP1/TP2, und der Ausgang zum Fahrrad-Computer ist mit TP3/TP4 bezeichnet.

Die letzte Anmerkung betrifft das Einstellen des Rad-Durchmessers oder -Umfangs am Fahrrad-Computer. Dabei muss natürlich der Faktor 10 berücksichtigt werden: Bei einem Rad-Umfang des Modellautos von beispielsweise 21 cm sind am Fahrrad-Computer 210 cm einzustellen!