

toerenteller

voor bromfietsen en scooters

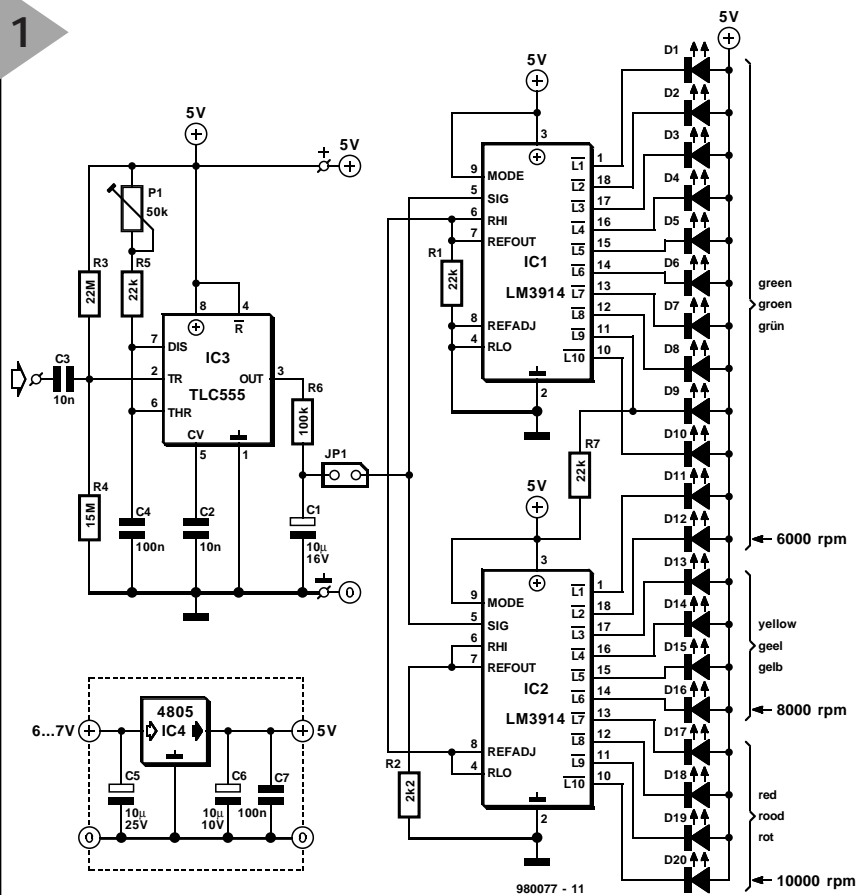
Een zelfbouwontwerp als dit zou strikt genomen overbodig moeten zijn. Want eigenlijk zou elke fabrikant zijn auto's, motoren en bromfietsen standaard met een toerenteller behoren uit te rusten. Merkwaardig genoeg is dat op geen stukken na het geval. Een bromfiets-ende elektronica-hobbyist hoeft gelukkig niet te berusten in dit gemis. De hier beschreven schakeling biedt namelijk een heel simpele mogelijkheid om het boord-instrumentarium uit te breiden met een betrouwbare toerentalindicatie.



Wat bij auto's en motorfietsen ook al het geval is, speelt bij bromfietsen en bromscooters nog sterker. Als regel valt een accessoire als een toerenteller hier heel snel ten prooi aan de bezuinigingsdrift van de fabrikanten en treft men een dergelijk instrument slechts aan in dure en/of sportieve uitvoeringen. Een uiterst merkwaardige strategie, want zo kostbaar hoeft een toerenteller niet te zijn, terwijl het wel een uiterst nuttig instrument is. Zeker voor bromfietsen met een geschakelde (niet-automatische) versnellingsbak geeft een toerenteller veel informatie. Uit de indicatie van de toerenteller en de snelheidsmeter samen valt bijvoorbeeld meteen te concluderen of er wel in de

goede versnelling wordt gereden. Ziet men het toerental teruglopen, dan wordt het waarschijnlijk tijd om terug te schakelen; draait de motor meer toeren dan gebruikelijk, dan kan er misschien nog een keer worden opgeschakeld. Er zullen waarschijnlijk rijders zijn die nu roepen dat dit ook op het gevoel en gehoor kan gebeuren, maar de ervaring leert dat dat laatste met een helm op niet altijd even gemakkelijk is. Sommige helmen geven zo'n goede geluidsdemping dat je de motor nauwelijks nog hoort lopen.

De combinatie van toerental en snelheid is voorts ook maatgevend voor het benzineverbruik. Dus het instrument komt uitstekend van pas als men in de



Figuur 1. Het schema van de toerenteller kan worden onderverdeeld in een pulsformer, een integrator en een uitleescircuit. Voor de telpulsen zorgt een om de bougiekabel gewonden draad.

gaten wil houden of er al dan niet zuinig wordt gereden. Al met al is een toerental dus een meetinstrument dat, mits goed gebruikt, wezenlijk bijdraagt aan de efficiëntie van het rijden.

zing voor ons doel onnodig gecompliceerd.

Een LED-uitlezing biedt het voordeel dat deze zowel degelijk als simpel te realiseren is.

We kunnen dan immers gebruik maken van een van de bekende stuur-IC's die zonder al te veel externe componenten een analoge spanning rechtstreeks op een LED-balk kunnen weergeven. Als we daarbij uitgaan van pakweg 20 LED's, dan is de nauwkeurigheid van de indicatie meer dan voldoende.

Het enige wat we dan verder nog nodig hebben, is een sensor die met het toerental corresponderende pulsen levert, alsmede wat elektronica die het aantal pulsen omzet in een daarmee evenredige stuur(gelijk)spanning voor de LED-indicatie. Zoals we hieronder zullen zien, is dat een fluitje van een cent.

VAN TOERENTAL NAAR GELIJKSPANNING

We moeten om te beginnen dus een geschikte opnemer hebben die elke motoromwenteling een puls produceert. Dat kan op verschillende manieren, maar verreweg het simpelste is om met behulp van een spoel de ontstekingspulsen inductief op te pikken. Omdat de door de ontsteking geproduceerde hoogspanningspulsen behoorlijk sterk zijn, volstaat het daarvoor om met gewone montagedraad een spoel van 10 à 20 windingen rond de bougiekabel te wikkelen.

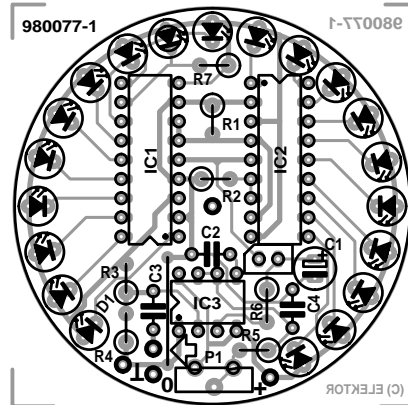
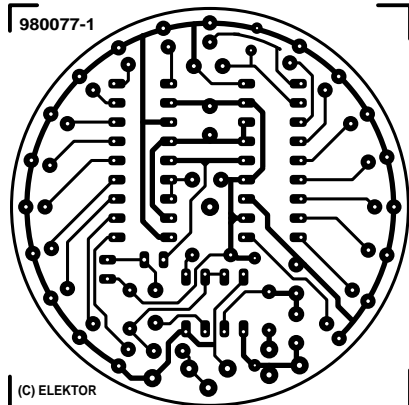
Nu gaat het bij die ontstekingspulsen om weliswaar sterke, maar qua vorm sterk variërende spanningspieken. Om hieruit betrouwbare telpulsen te maken, zal de opneemspeel dus gevolgd moeten worden door een geschikte pulsformer die het opgepikte signaal herleidt tot een reeks nette eenvormige pulsjes. Alleen zo is zeker gesteld dat toevallige variaties in

OPZET

De constructie van een elektronische toerenteller kan op zeer veel verschillende manieren worden aangepakt. Het gaat daarbij met name om de uitlezing van het instrument. Globaal zijn er drie mogelijkheden om het toerental zichtbaar te maken: in cijfers met behulp van een stel zevensegment-displays, via een analoge schaal bestaande uit een LED-balk, of via een ouderwets draaispoelinstrument met wijzeraanwijzing.

De laatste van de drie is het eenvoudigst te realiseren, maar tegelijk ook wat kwetsbaar en schokgevoelig. Voor een bromfiet is zo'n uitlezing dus niet het meest geschikt. Een indicatie met zevensegment-displays is echt iets voor nauwkeurigheidsfreaks, maar voor deze toepassing schiet een digitale uitlezing eigenlijk zijn doel voorbij. Een dermate hoge nauwkeurigheid is niet nodig en dat maakt zo'n digitale uitle-





breedte en/of amplitude het telresultaat niet beïnvloeden.

Kijken we naar **figuur 1**, waarin het complete schema van de toerenteller is weergegeven. De oppikspoel wordt verbonden met C3. Deze condensator fungeert in combinatie met R3/R4 als differentiator, waardoor de ontstekingspulsen worden versmald tot bruikbare triggerpulsen – dit om abusievelijk dubbele triggering van de toerenteller te voorkomen. De aldus bewerkte pulsen worden toegevoerd aan de triggeringang van een als monostabiele multivibrator geschakelde 555 (IC3). Deze maakt er pulsen van met een vaste (met P1 instelbare) breedte. Het enige dat we nu nog hoeven te doen om een toerentalafhankelijke gelijkspanning te krijgen, is het integreren van het door IC3 geleverde

Figuur 2. De schakeling is gemakkelijk te bouwen. De schaal bestaat uit 20 LED's en kan eventueel worden verdeeld in een groene, gele en rode sectie.

pulssignaal. Daarvoor volstaat een simpel laagdoorlaatfilter, zoals dat hier met R6 en C1 is opgebouwd. Dit filter zorgt er bovendien voor dat al te kortstondige variaties in het pulssignaal worden “gladgestreken”,

want die zouden de uitlezing maar onnodig onrustig maken.

LED UITLEZING

Voor het realiseren van de uitlezing hebben we, net als voor de pulsformer, gegrepen naar een oude bekende, namelijk de display-driver LM3914. Dit

IC is speciaal voor dit doel ontworpen en bevat onder andere een referenti-spanningsbron en een nauwkeurige tienvoudige spanningsdeler. Vanuit de knooppunten van de spanningsdeler worden tien comparatoren gestuurd en wel zodanig dat er steeds een volgende comparator actief wordt als de ingangsspanning van het IC toeneemt. De comparatoruitgangen zijn in staat om rechtstreeks een LED te sturen. De

Figuur 3. De print past exact in een zogeheten “cockpit”-behuizing van Conrad. Het instrument krijgt zo een professioneel tintje.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

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

Condensatoren:

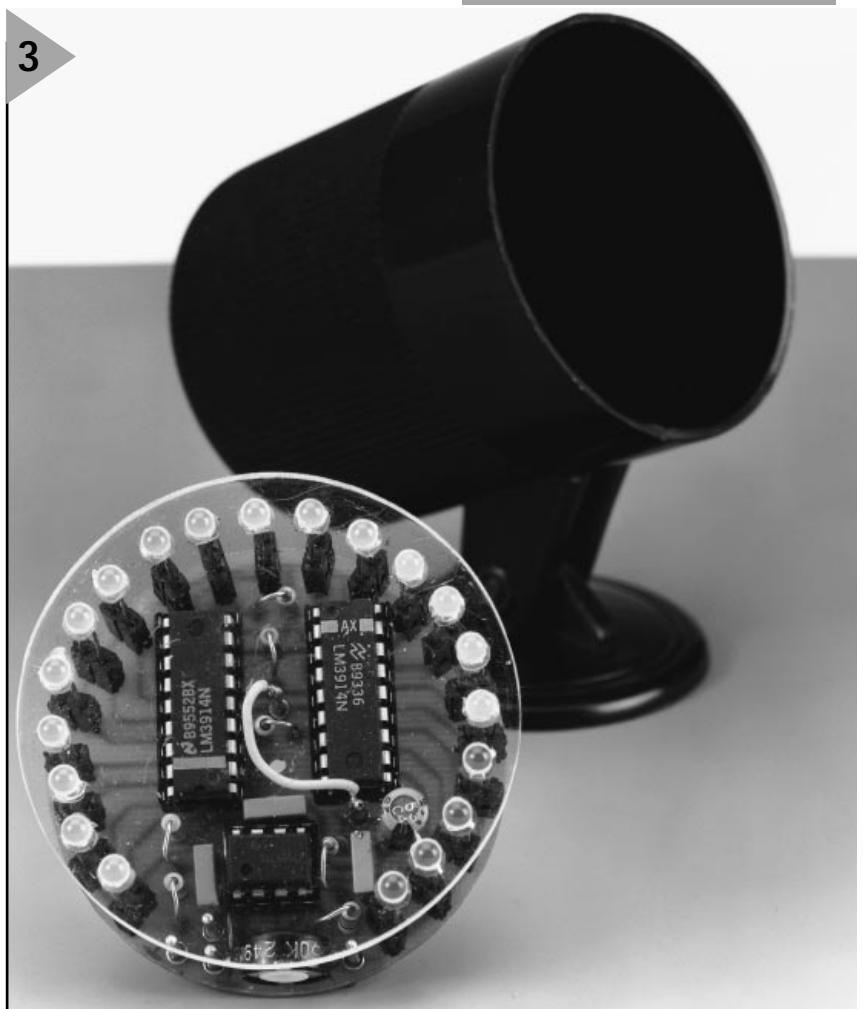
C1 = 10 μ /16 V radiaal
C2, C3 = 10 n (steek 5 mm)
C4 = 100 n (steek 5 mm)

Halfgeleiders:

D1...D13 = low-current-LED groen
D14...D16 = low-current-LED geel
D17...D20 = low-current-LED rood
IC1, IC2 = LM3914
IC3 = TLC555

Diversen:

JP1 = 2-polige contactrij + jumper
behuizing: Conrad bestelnr. 84 22 30-55
print: bestelnr. 980077-1 (zie Servicepagina's)
oppikspoel: zie tekst



aldus gevormde LED-balk kan naar keuze in "dot"- of "bar"-mode ingesteld worden; in het eerste geval moet pen 9 "open" worden gelaten en in het tweede geval dient deze te worden verbonden met de voedingsplus. Wij hebben hier voor de tweede mogelijkheid gekozen.

Nog een aardige eigenschap van de LM3914 is dat het heel gemakkelijk is om er twee van in serie te schakelen, als er een LED-balk met een hogere resolutie is vereist. Omdat het maximum van tien LED's in ons geval inderdaad wat karig was, hebben we dankbaar gebruik gemaakt van deze mogelijkheid. Zoals het schema laat zien, heeft dit geleid tot een uit 20 LED's bestaand display, waarbij, afhankelijk van de afregeling, elke LED ongeveer 500 toeren vertegenwoordigt. Men kan daarbij met verschillende kleuren LED's werken en bijvoorbeeld een "veilig" (groen) gebied creëren van 500...6000 rpm (D1...D12), een "opletten"- (geel) gebied tot 8000 rpm (D13...D16) en een "verboden" (rode) zone tussen 8500 en 10.000 rpm (D17...D20). Maar uiteraard kan de schaalverdeling ook heel anders worden gecalibreerd.

PRAKTISCHE ZAKEN

Om de nabouw ook voor betrekkelijke leken op elektronicagebied zo gemakkelijk mogelijk te maken, hebben we voor de toerenteller een compact printje ontworpen, dat in **figuur 2** is afgebeeld. Toen we hier een kleine enquête hielden, bleek iedereen zonder uitzondering een ronde schaal te prefereren, en daarom hebben we de 20 LED's cirkelvormig op de print gerangschikt. Aangezien de schakeling slechts zeer weinig onderdelen bevat, behoeft het opbouwen van de print nauwelijks nadere toelichting. Gewoon netjes alle in de onderdelenlijst voorgeschreven componenten er op

Figuur 4. Duidelijk is zichtbaar hoe de oppikspoel (25 windingen) op de bougiekabel is aangebracht.



Kalibreren

Met P1 valt de pulsbreedte van het door de pulsformer geproduceerde signaal – en daarmee het stuursignaal voor de uitlezing – binnen ruime grenzen te variëren. Met deze potmeter kan de schaal dus worden gekalibreerd. IJken van de schaal kan op verschillende manieren gebeuren. Met een andere toerenteller als referentie, met behulp van een pulsgenerator, maar ook zonder bijzondere hulpmiddelen. Als men op een of andere (veilige!) manier er in slaagt om met de opneemspoel de nelfrequentie op te pikken, dan heeft men een uitstekend ijsignaal. Een frequentie van 50 Hz komt overeen met $50 \times 60 = 3000$ pulsen per minuut. Dus wanneer men bijvoorbeeld het hier voorgestelde maximum van 10.000 toeren wil aanhouden, dan regelt men P1 bij 50 Hz zo af dat 3000-rpm-LED D6 oplicht.

Een ideale 50-Hz-signaalbron is bijvoorbeeld een demagnetiseur voor cassettedecks. Het veld hiervan wordt gemakkelijk door de spoel opgepikt. Maak nooit de fout om de ingang van de schakeling rechtstreeks met het lichtnet te verbinden, want dat is levensgevaarlijk!

solderen, en klaar is Kees! Jumpercontact JP1 is toegevoegd om de schakeling na opbouw te kunnen controleren. Als er pulsen aan C3 worden toegevoerd, moet aan de ene kant van JP1 een kleine gelijkspanning worden gemeten die met P1 te variëren moet zijn; als dat zo is, weet men genoeg zeker dat de pulsformer in orde is. Als aan het andere contact van JP1 met een regelbare voeding een gelijkspanning van enkele volts wordt toegevoerd, dient de LED-balk tot leven te komen; op deze manier kan dus het uitleesgedeelte worden gecontroleerd. Normaliter wordt in JP1 een jumper (kortsluitstekertje) gestoken. Over de benodigde oppikspoel hebben we het al gehad. Het kan zijn dat daar even mee geëxperimenteerd moet worden, maar doorgaans zal het inductief oppikken van de ontstekingspulsen vanuit de bougiekabel totaal geen moeite kosten. De verbinding tussen spoel en ingangspen van de print kan met behulp van een stuk gewone litzedraad gebeuren.

We komen nog even terug op de ronde print. Los van onze persoonlijke voorkeur, was er nog een reden om voor deze vorm te kiezen. Blade-

rend in diverse catalogi kwamen we namelijk een alleraardigste behuizing tegen, met een vorm die exact aansluit bij het instrumentarium van de meeste brom- en motorfietsen. Daarom hebben we de afmetingen van onze print daar op afgestemd. In **figuur 3** is deze zogeheten "cockpit"-behuizing afgebeeld, samen met een proefmodel van de opgebouwde print.

VOEDING

We hebben tot nu toe nog niet gesproken over de stroomvoorzorging van de schakeling. Zoals blijkt uit het schema is de zaak ontworpen voor een voedingsspanning van 5 V (6 V is ook geen probleem). Dat moet wel een redelijk "schone" en stabiele spanning zijn, dus het is niet de bedoeling om de schakeling rechtstreeks met de boordspanning van de bromfiets te verbinden. Wil men de toerenteller liefst toch uit beschikbare spanning voeden (wel het handigst natuurlijk), dan kan er simpelweg een 5-V-stabilisator tussen boordspanning en toerenteller worden geplaatst. In **figuur 1** is de hiervoor benodigde schakeling gestippeld weergegeven. Omdat de beschikbare spanning met 6 à 7 V slechts ruim 1 V boven de gewenste 5 V ligt, dient in dit geval per se een low-drop-spanningsregelaar als de 4805 te worden toegepast; een gewone 7805 is dus niet bruikbaar!

Zij die de toerenteller liever helemaal "self-supporting" hebben en dus niet gebonden willen zijn aan het elektrisch circuit van de bromfiets, kunnen eventueel ook batterijvoeding toepassen. Vier oplaadbare penlight-cellen lenen zich uitstekend als voedingsbron en zullen het best een aardige tijd uithouden. Een stabilisatiecircuit is dan bovendien overbodig. Met het oog op de levensduur van de batterijen is het dan wel het verstandigste om de beide LM3914's in de "dot"-mode te bedienen. Dat laatste is simpelweg mogelijk door pen 9 van IC1 en IC2 niet te solderen.

(980077)