

Push-pull-LED

Pengebrek maakt vindingrijk

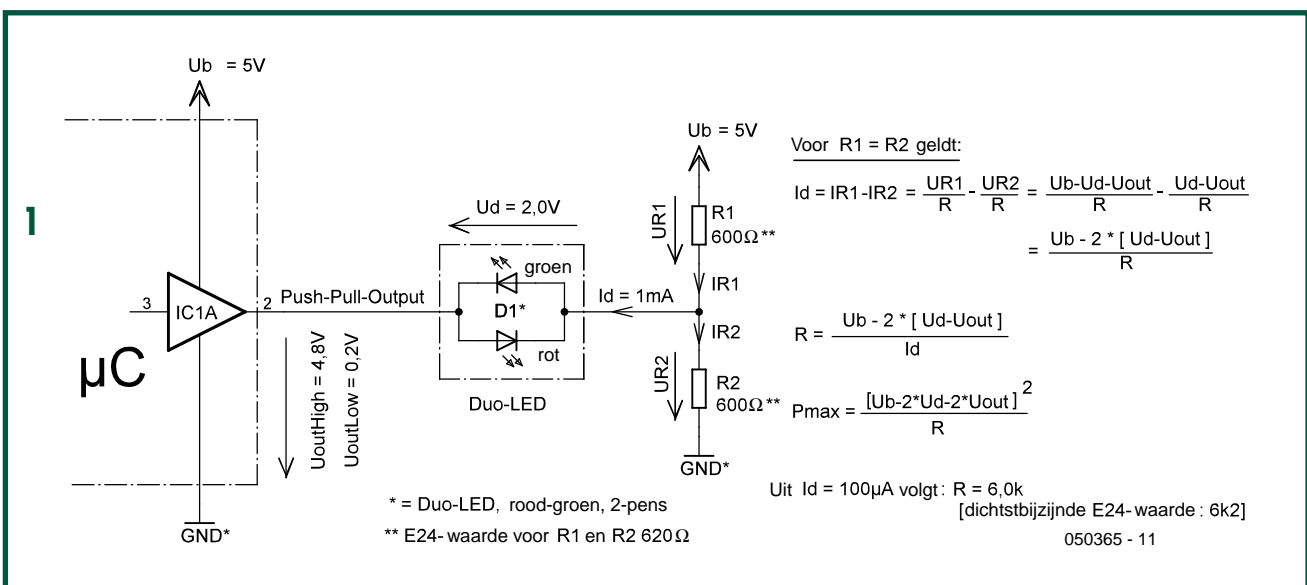
Rolf Schweitzer

Tot nu toe ging onze labpraat altijd over gebeurtenissen en problemen in ons eigen lab. Deze maand wijden we de labpraat aan de oplossing die een lezer ons heeft toegezonden. Hij heeft voor zijn werk een erg praktische oplossing bedacht voor het weergeven van verschillende bedrijfstoestanden van apparaten door middel van een duoLED. We laten de heer Schweitzer hier zelf aan het woord.

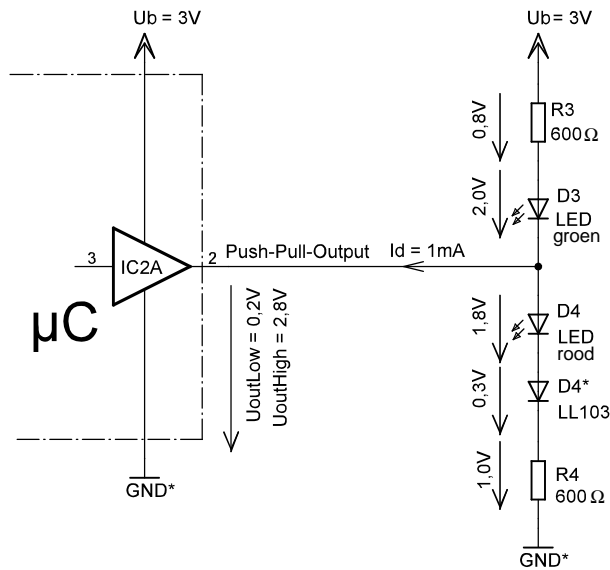
Het is alweer een tijdje geleden dat kort nadat een ontwerp afgerond was, mijn chef in de deuropening stond met de mededeling: "Er moet een rode LED in voor foutmeldingen!" Het ontwerp betrof een volledig afgeronde en geteste schakeling. De behuizing voor de hele serie was reeds in opdracht gegeven. De enige toestandsaanduiding van het apparaat bestond uit een groene LED die continu brandde als het apparaat ingeschakeld was en knipperde als er een fout optrad. Deze laatste toestand moest nu door een rode LED worden aangegeven, wat mij totaal niet beviel. Tot overmaat van ramp waren ook nog alle uitgangspennen van de toegepaste microcontroller in gebruik. Dat de glimlach naar mijn baas er een was van een boer met kiespijn, kunt u vast wel begrijpen. Eén ding stond vast: ik ging niet nóg

een keer de layout, de tekening van de behuizing en de productiedocumentatie veranderen! Daarnaast spoorden de medelevende blikken van mijn collega's mij aan een intelligentere oplossing te vinden. Na enig gepeins vond ik uiteindelijk een oplossing die iedereen (mij inclusief) tevreden stelde. Ik kwam op het idee om een tweekleurige duo-LED te gebruiken. Daarmee hoefde de behuizing niet veranderd te worden. Ook de reeds bestelde 2-aderige kabel kon zoals gepland gebruikt worden. Om de duo-LED met slechts één pen van de microcontroller aan te sturen, had ik een spanningsdeler nodig die de halve µC-voedingsspanning leverde (zie **figuur 1**). Daarvoor hoefde ik slechts één weerstand tussen massa en de als LED-voorschakelweerstand reeds voor handen zijnde R1 in te voegen. In plaats van de groene LED kon ik nu de duo-LED

gebruiken. Daarmee kon ik, net als voorheen, de groene LED laten oplichten door het uitgangssignaal van de µC laag te maken. De rode LED kon ik nu laten oplichten door het uitgangssignaal hoog te maken. De spanningsdeler is hier tevens de voorschakelweerstand voor de LED's. Als de µC-uitgang afgeschakeld of in een hoogohmige stand geschakeld kan worden (tri-state), dan kan men de LED's ook uit zetten. Het enige nadeel van deze oplossing is het iets hogere stroomverbruik. Maar in onze applicatie vormt dit geen probleem, aangezien de schakeling wordt gevoed uit het net. De uiteindelijke aanpassingen waren zo gering, dat er voor de serieproductie niet eens een layout-aanpassing is gedaan. Moeilijker zou het zijn als er in plaats van de 5-V-voeding een 3-V-voeding was geweest. Echter, met de schake-



2



$$R3 = UR3/Id = \frac{Ub - Ud3 - UoutLow}{Id}$$

$$R3 = \frac{3,0V - 2,0V - 0,2V}{1mA} = 800\Omega$$

[dichtstbijzijnde E24-waarde: 820Ω]

$$R4 = UR4/Id = \frac{Ub - Ud4 - Ud4^* - UoutLow}{Id}$$

$$R4 = \frac{3,0V - 1,8V - 0,3V - 0,2V}{1mA} = 700\Omega$$

[dichtstbijzijnde E24-waarde: 680Ω]

* Optioneel voor spanningsaanpassing

050365 - 12

ling uit **figuur 2** is ook hiervoor een oplossing beschikbaar. Deze schakeling heeft zelfs het voordeel dat ze, in tegenstelling tot het schema uit figuur 1, niet meer stroom gebruikt dan de originele schakeling. Daarmee is deze schakeling ook geschikt voor batterijvoeding. Men dient alleen het temperatuurbereik van de schakeling te testen om de (lek)stromen van D3, D4 en D4* bij spanningen onder de drempelspanning van de LED's te controleren. Deze zijn namelijk sterk temperatuursafhankelijk. D4* verhoogt slechts de 'voedingsspanning' van de LED's, zodat de LED's bij 3 V zeker niet gaan branden. Deze diode kan eventueel weggelaten worden of gebruikt worden voor aanpassing aan

hogere voedingsspanningen. Een duo-LED met geschikte pen-indeling laat zich niet zo gemakkelijk vinden (als ze überhaupt bestaan), maar men spaart er wel een uitgangspen mee. Natuurlijk vergroot het gebruik van een duo-LED het aantal mogelijke meldingen. Het ligt voor de hand dat men met de juiste omschakelsnelheid de LED ook geel kan laten oplichten. Zo heeft men 3 kleuren om de toestand aan te duiden. Daarnaast kan de LED natuurlijk knipperen in verschillende kleuren of zelfs een kleurenpatroon tonen. Over de LED's valt nog te zeggen dat deze reeds met 300 tot 500 µA goed af te lezen zijn. De (toenmalige) eerste heldere duo-LED's van Kingbright (bijvoor-

beeld de L-57EGW) zijn hier prima voor geschikt. Voor eenvoudige controle op de print tijdens de ontwikkeling en later voor service-technici is een stroom van 500 µA bij de huidige LED's voldoende. Als laatste valt mij nog een toepassing in die ik aan de producent van de laatste door mijn ingebouwde elektrische poortbediening zou willen doorgeven. In zijn handleiding staan enkele passages als "...tot de LED 2 seconden snel geknipperd heeft" en "...de LED knippert nu 4 seconden langzaam". Met de verschillende kleuren van een duo-LED kan men de bedrijfstoestand praktisch zonder extra kosten veel duidelijker en sneller zichtbaar maken.

(050365)

Oplossing van het Mysterie van december

Einstein kreeg de Nobelpreis voor zijn verklaring van het fotoelektrisch effect. En precies over dat onderwerp ging het ook in dit laatste Mysterie. Voor het opwekken van een stroom in een LED bij het bestralen met licht is één voorwaarde noodzakelijk: De energie van de fotonen moet groot genoeg zijn om de zogenaamde 'bandafstand' te overbruggen. Wanneer de energie van de fotonen te klein is, dan wordt geen stroom geleverd. Het aan-

tal opgewekte elektronen, met andere woorden de stroomsterkte, is dan recht evenredig met de intensiteit van de lichtstraal. De energie W van de fotonen hangt af van de golflengte λ volgens de formule:

$$W = hc/\lambda$$

Daarbij is:
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Js (constante van Planck)
 $c = 2,997 \cdot 10^8$ m/s (lichtsnelheid in vacuüm)
 De bandafstand wordt gewoonlijk aangegeven in

eV. 1 eV is de hoeveelheid energie die een elektron opneemt bij het doorlopen van een potentiaalverschil van 1 V. Aangezien een elektron een lading heeft van: $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C (As), is dus $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ n galliumfosfide (GaP). De bandafstand bedraagt hierbij 2,19 eV, wat een golflengte van $\lambda = 565$ nm oplevert. Doordat een laserpointer vrij smalbandig licht uitzendt met een golflengte van 650 D een meetbare stroom op te wekken.

Hetzelfde verhaal geldt voor een gele LED. De beide ontbrekende resultaten in de tabel moeten dus zijn: $I = 0$ nA. In het kader van de meetnauwkeurigheid bij onze schakeling worden deze waarden ook in de praktijk bevestigd. Een goed overzicht van halfgeleidermaterialen en hun bandafstanden is onder andere te vinden op: www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/semi_en/kap_5/backbone/r5_1_4.html