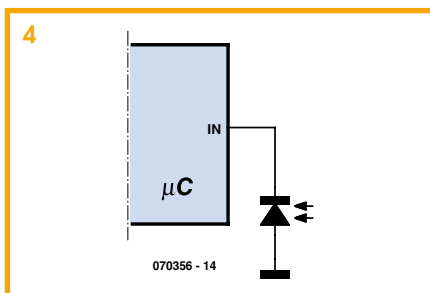
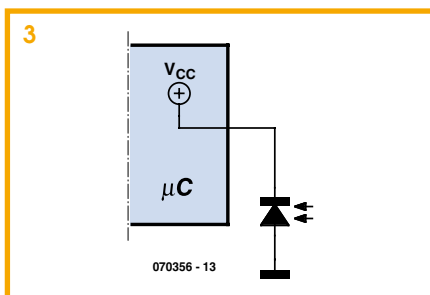
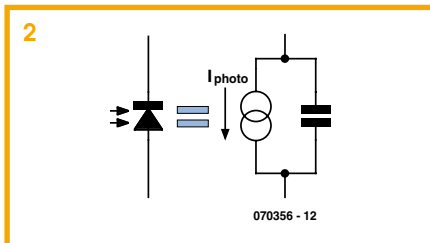
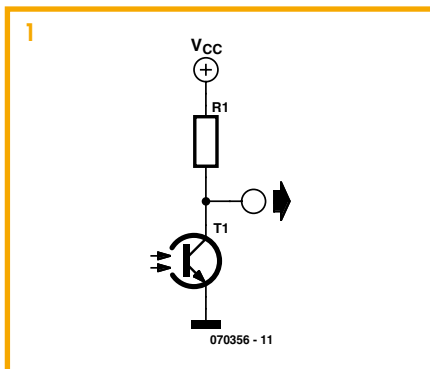


# LED als lichtsensor

Andreas Grün

In de robotica speelt het meten van de lichtsterkte en meer nog het meten van verschillen in lichtsterkte een belangrijke rol. Meestal wordt daarbij een standaard-schakeling gebruikt (zie **figuur 1**) waarin de stroom door een fototransistor wordt gemeten met behulp van een hulpweerstand R1 (en verder met een A/D-converter). De waarde van R1 vormt hierbij een beperking voor het meetbereik. Een grote weerstandswaarde is geschikt voor het meten bij weinig licht, een kleinere weerstandswaarde voor het meten bij veel licht. Ook het oplossend vermogen van de A/D-converter beperkt het meetbereik.



Maar ook een LED heeft (in sperrichting) een geleidend vermogen dat afhankelijk is van de lichtsterkte. Dit is weliswaar een stuk kleiner dan de stroom door een fototransistor en maakt een directe meting erg moeilijk. Een andere mogelijkheid laat de hier besproken publicatie zien (zie [1]). Er wordt gebruik gemaakt van het feit, dat een LED in de sperrichting een vrij grote capaciteit heeft. Bij het meten wordt deze capaciteit opgeladen en door de fotostroom weer ontladen. De tijd die het ontladen kost, is een maat voor de lichtsterkte (zie **figuur 2**). Het laden en ontladen kan heel gemakkelijk met een digitale I/O-pen van een microcontroller gebeuren. Daarbij wordt tijdens het meetproces heen-en-weer geschakeld tussen ingang en uitgang. Wanneer de pen als ingang werkt, heeft hij een hoge impedantie, zodat hij het ontladen niet teveel beïnvloedt. Het meten gaat in twee stappen:

1. Stel de pen in als uitgang en maak het niveau 'hoog' - de condensator wordt dan opgeladen (zie **figuur3**).
2. Stel de pen nu in als ingang (schakel

een eventuele pull-up-weerstand uit) en meet hoe lang het duurt, voordat de ingang laag wordt.

Het voorbeeldprogramma in de **listing** is geschreven voor een AVR-processor van Atmel. Dit testprogramma invertteert bij elke cyclus alle bits van PORTA, zodat op deze pen een frequentie met een duty-cycle van ongeveer 50% ontstaat, die afhankelijk is van de lichtsterkte. De frequentie varieert van het millihertzbereik (in donker) tot enkele honderden kilohertz (als de LED rechtstreeks beschonen wordt). Zo'n groot meetbereik is met een A/D-converter nauwelijks te realiseren. Daar komt nog bij, dat er LED's met verschillende openingshoek verkrijgbaar zijn. Die beïnvloedt omgekeerd ook de hoek van gevoeligheid van deze sensor. LED's zijn ook kleurgevoelig, wat mogelijkheden biedt voor kleurherkenning. En dat biedt natuurlijk weer heel nieuwe mogelijkheden in de robotica.

(070356)

Bron:

(1) [www.merl.com/publications/TR2003-035/](http://www.merl.com/publications/TR2003-035/)

## Listing Voorbeeldprogramma:

```
#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>

#define LEDPIN 0x40 // LED on PB6

int main()
{
    unsigned char cr=0,cb=0;
    DDRB = 0x00; // PORTB input
    DDRA = 0xff; // PORTA output for display LEDs
    PORTA = 0; // off
    PORTB = LEDPIN; // PB6 hi

    sei();

    while(1)
    {
        if((PINB & LEDPIN) == 0) // discharge complete
        {
            PORTB = LEDPIN; // PB6 hi

            // multiple times to get enough charging
            time
            DDRB |= LEDPIN; // PB6 output and hi, charges LED
            DDRB |= LEDPIN; // PB6 output and hi, charges LED
            DDRB |= LEDPIN; // PB6 output and hi, charges LED
            DDRB |= LEDPIN; // PB6 output and hi, charges LED

            DDRB &= ~LEDPIN; // PB6 input, still charging w/ pullup
            PORTB = 0; // switch off pullup
            PORTA ^= LEDPIN; // toggle PORTA for display LEDs
        }
    }

    return(0);
}
```