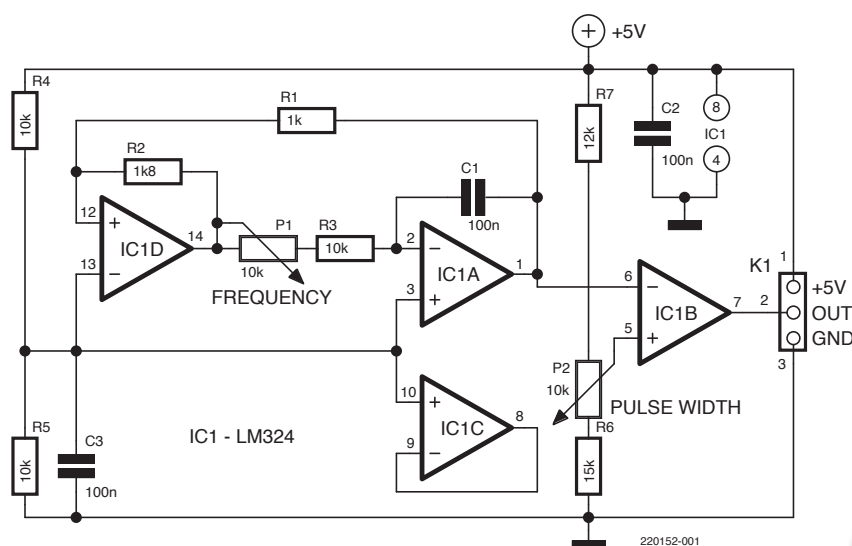


Twée potmeters op één digitale ingang

waar een wil is, is een weg



Figuur 1. Deze schakeling, een klassieke op een opamp gebaseerde driehoeks- en blokgolfgenerator, levert het ingangssignaal voor de potmeter-decodersoftware.



Clemens Valens (Elektor)

Elders in dit nummer wordt een methode beschreven om twee digitale draai-encoders op een microcontroller aan te sluiten via slechts één analoge ingang. In dit artikel doe we zo ongeveer het omgekeerde door twee analoge potentiometers op één digitale ingang aan te sluiten.

elektor TV

Bekijk hier een video over dit project!



Om een analoge waarde met een microcontroller in te lezen, heb je een analoog/digitaal-omzetter (ADC) nodig. Hoewel veel microcontrollers een ingebouwde ADC hebben, bezitten ze meestal meer digitale I/O-pinnen dan analoge. Daarom kun je de analoge ingangen beter bewaren voor iets belangrijkers dan een simpele gebruikersinterface. Het gebruik van digitale ingangen verdient daarvoor de voorkeur. Een spanning/frequentie-omzetter of zoiets maakt van een analoog signaal een één-bit digitaal signaal of blokgolf. Een andere mogelijkheid is een blokgolf met een vaste frequentie maar met een variabele pulsbreedte. Dit wordt ook wel PWM (pulsbreedtemodulatie) genoemd. Bij PWM is de duty cycle onafhankelijk van de frequentie van het signaal. Hiervan kunnen we dankbaar gebruik maken om de stand van twee potentiometers over te brengen met slechts één blokgolf. De ene potentiometer regelt de frequentie en de andere de duty cycle van het signaal. Een microcontroller meet de frequentie en de duty cycle van het binnenkomende signaal en reconstrueert hieruit weer de stand van de beide potmeters.

Klassieke schakeling

Figuur 1 toont een schakeling die het soort signaal kan opwekken waarnaar we op zoek zijn. Het is een klassieke opamp-gebaseerde driehoek/blokgolf-oscillator. Je kunt echter elk ander oscillatortype gebruiken als dat maar een blokgolf met variabele frequentie en duty cycle kan produceren. In dit project gaat het niet zozeer om de schakeling zelf, maar om wat we ermee doen.

IC1D vormt samen met R1 en R2 een comparator met positieve terugkoppeling. IC1A, P1, R3 en C1 fungeren als een inverterende integrator. Wanneer de uitgang van IC1D laag is, zal de uitgang van IC1A hoog worden met een snelheid die wordt bepaald door P1, R3 en C1. De spanning op de niet-inverterende ingang (pin 12) van IC1D loopt ook op totdat deze hoger wordt dan de spanning op de inverterende ingang (pin 13). Nu wordt de uitgang van IC1D hoog en trekt dankzij weerstand R2 zijn niet-inverterende ingang omhoog. De spanning op deze ingang is plotseling veel hoger dan de inverterende ingang en dus blijft de uitgang van IC1D hoog.

Om terug te keren naar het begin, kun je de vorige paragraaf opnieuw lezen, maar met "hoog" en "laag" omgewisseld. De oscillator doet dat waaraan hij zijn naam dankt: hij oscilleert.

De uitgang van IC1A is een driehoeksgolf. Potmeter P1 regelt de frequentie. De waarde van P1 bepaalt de minimum-frequentie, R3 bepaalt de maximum-frequentie. De frequentie wordt natuurlijk ook bepaald door C1. Met de gegeven componentwaarden kreeg ik een bereik van ongeveer 250 Hz tot 500 Hz, en dat is voor een microcontroller goed te behappen.

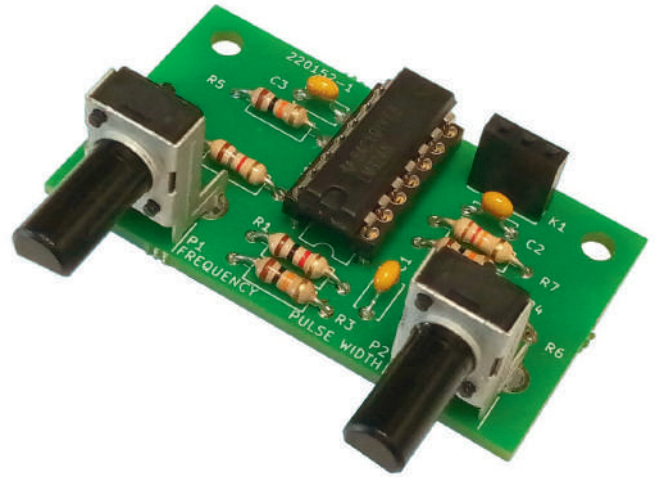
IC1B vergelijkt de driehoek met de spanning ingesteld door P2, R6 en R7. Wanneer de driehoek lager is dan de drempelwaarde, is de uitgang van IC1B hoog, en wanneer de driehoeksgolf hoger is dan de drempelwaarde, is de uitgang laag. Het resultaat is een blokgolf met een door P2 bepaalde duty cycle.

Met de gegeven onderdelenwaarden kan de duty cycle worden ingesteld van ongeveer 10% tot 90%. Door R6 en R7 aan te passen kan het bereik worden gewijzigd. Idealiter zouden ze identieke waarden hebben, maar omdat de driehoek niet perfect gecentreerd is rond de helft van de voedingsspanning, zijn ze enigszins verschillend.

IC1C wordt niet gebruikt en 'ongevaarlijk' gemaakt, zoals dat met ongebruikte opamps hoort. C2 en C3 zijn ontkoppelcondensatoren voor de voeding.

Decoderen is simpel

De software die nodig is om de gemoduleerde blokgolf te decoderen kan vrij eenvoudig blijven. Zoals gebruikelijk zijn er verschillende benaderingen mogelijk. De methode die ik heb gebruikt is om de hoofdlus het signaal regelmatig te laten controleren. Het heeft geen zin om dit supersnel te doen, elke 10 ms of zo is goed genoeg. Dan wacht het programma op een niveauverandering of een signaalfank. Gebruik altijd dezelfde flank, natuurlijk. Ik heb gekozen voor een opgaande flank. Zodra de flank gedetecteerd is, noteert het programma de tijd t_0 en wacht op de volgende (in mijn geval neergaande) flank. Zodra die optreedt, noteert het programma opnieuw de tijd (t_1) en wacht dan op de derde flank. Wanneer deze flank wordt gedetecteerd, wordt de



Figuur 2. Het prototype in volle glorie.

tijd nogmaals genoteerd, nu als t_2 . We hebben nu drie tijden waaruit we de frequentie en de duty cycle kunnen berekenen:

$$\text{periode: } T = t_2 - t_0 \text{ (s)}$$

$$\text{frequentie: } f = 1/T \text{ (Hz)}$$

$$\text{duty cycle: } D = 100 \times (t_1 - t_0)/T \text{ (\%)}$$

Uit deze waarden kunnen we de stand van de potentiometers (in procenten) afleiden:

$$P1 = 100 \times (f - f_{\min}) / (f_{\max} - f_{\min}) \text{ (\%)}$$

$$P2 = 100 \times (D - D_{\min}) / (D_{\max} - D_{\min}) \text{ (\%)}$$

Merk op dat je de frequentie niet hoeft te berekenen als je in plaats daarvan minimum- en maximumperioden opgeeft. De verkregen waarden zijn ietwat onnauwkeurig als gevolg van voornamelijk potentiometer- en daarom kun je eventueel enige filtering toepassen.

Hetzelfde algoritme kan worden geïmplementeerd met interrupts, waardoor het als een achtergrondtaak kan worden uitgevoerd. Hierdoor blijft de hoofdlus vrij om andere dingen te doen.

Drie potentiometers?

Nu zul je misschien zeggen: waarom gaan we niet ook nog de amplitude van de blokgolf moduleren? Dan heb je drie potentiometers in plaats van twee! Dat kan natuurlijk, maar dan zou je een analoge ingang op de microcontroller nodig hebben, en ons doel was nou net om geen analoge ingang te gebruiken.

Meer dan alleen maar een truc

De hier voorgestelde techniek is meer dan alleen maar een truc of een curiositeit. Aangezien de informatie in binaire vorm over een enkele draad wordt getransporteerd, is deze ruisbestendig en kunnen grote afstanden tussen de potentiometers en de microcontroller worden overbrugd. Bovendien is het eenvoudig om galvanische isolatie toe te voegen.

Dit is bijvoorbeeld zeer geschikt voor medische toepassingen of om een systeem dat rechtstreeks op het elektriciteitsnet is aangesloten, op een veilige manier te besturen. Het systeem werkt ook via een infraroodverbinding, zodat afstandsbediening mogelijk wordt. Alle bestanden voor dit project, inclusief een printontwerp, kunnen worden gedownload van [1].

220152-03

Onderdelenlijst

Weerstanden (5%, 0,125 W):

R1 = 1 k
R2 = 1k8
R3,R4,R5 = 10 k
R6 = 15 k
R7 = 12 k
P1,P2 = 10 k potentiometer,
lineair, liggend

Condensatoren:

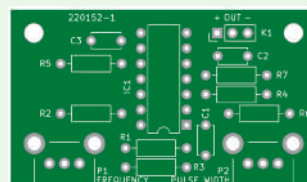
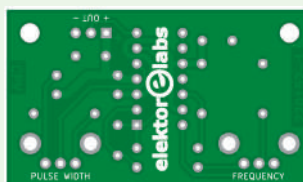
C1,C2,C3 = 100 n, steek 5 mm

Halfgeleiders:

IC1 = LM324

Diversen:

K1 = 3-polige pinheader,
raster 2,54 mm



Gerelateerde producten

- > Clemens Valens, *Mastering Microcontrollers Helped by Arduino* (SKU 17967) www.elektor.nl/17967
- > Elektor Ultimate Sensor Kit (SKU 19104) www.elektor.nl/19104

Project-download

www.elektormagazine.nl/summer-circuits-22

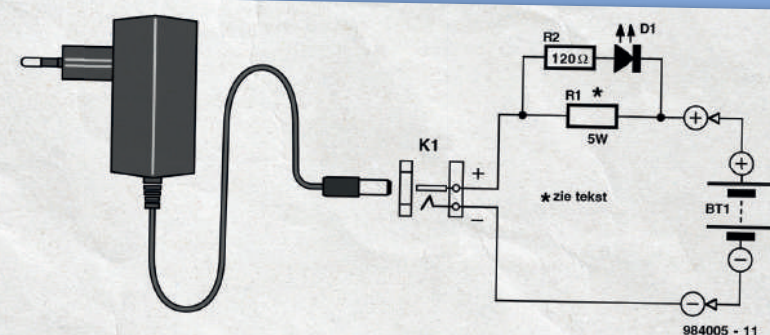


WEBLINKS

[1] Projectpagina op Elektor Labs: <https://www.elektormagazine.com/labs/two-potentiometers-on-one-digital-input>

Quiz: Schakelingen uit het verleden #07

Bijgaand schema zie je vaak in commerciële laders. Deze supersimpele nicadlader bestaat uit niet meer dan een netadapter, twee weerstanden en een LED. Weerstand R1 heeft een tweeledig doel: enerzijds het vastleggen van de juiste laadstroom en anderzijds voldoende spanning genereren om een LED op te laten lichtten. De LED geeft dus alleen licht wanneer er werkelijk (laad)stroom loopt. In de praktijk voldoen dit soort schakelingen best. Er wordt geladen met een stroom ter grootte van ongeveer een kwart van de accucapaciteit (0,25 C), dus als de accu eens een uurtje te lang wordt doorgeladen is dat niet rampzalig. Anderzijds is de accu redelijk snel vol, in een uur of 4 tot 5. De dimensionering kan gebeuren met behulp van wat vuistregels. U moet daarvoor de spanning en de capaciteit van de accu weten. Zet de netadapter op een spanning van 1,17 maal de accuspanning plus 3,3 V (= spanning over R1). De adapter moet een stroom kunnen leveren



van tenminste 0,5 maal de capaciteit van de accu. Bereken de weerstand door 3,3 V te delen door een kwart (we laden immers met 0,25 C) van de capaciteit van de accu in Ah. Neem voor de LED een "gewone" rode LED, die heeft de laagste brandspanning. Om u het rekenen te besparen hebben we de gegevens uitgewerkt in nevenstaande tabel. Zoals u ziet komt het allemaal redelijk mooi uit, alleen de waarden voor 6 V wijken wat af.

Accuspanning	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	V
Minimale spanning	4,7	6,1	7,5	8,9	10,3	11,7	V
Adapterspanning	4,5	6	7,5	9	12	12	V
Waarde R1 (theoretisch)	12,4	12,8	13,2	13,6	20	14,4	Ω
E12-waarde R1	15	15	15	15	22	15	Ω
Waarde R2	120	120	120	120	240	120	Ω

Neem voor R1 een 5-W-type. De tabel is gemaakt voor accu's met een capaciteit van 1 Ah (ampère-uur). Heeft uw accu een andere capaciteit, dan moet u de (theoretische) waarde van R1 uit de tabel door uw accuca-

paciteit delen en dan weer de eerstvolgende E12-waarde kiezen. Dus heeft u een 6-V-accu met een capaciteit van 0,6 Ah, dan wordt R1 geen 20 Ω, maar $20/0,6 = 33 \Omega$.

Test je kennis

Weet jij nog uit welk jaar deze schakeling stamt? Doe mee aan de quiz en maak kans op een Elektor Store voucher t.w.v. €100!

