Ushi werkboek



HCC Forth gebruikersgroep

Werkgroep Ushi

Willem Ouwerkerk Peter Oosterkamp Kees Nobel Marc Hartjes At van Wijk Lex Janssen Ernst Kouwe

2^e druk

INHOUD

1 Bouwbeschrijving	1
2 Data- en verlengsnoertjes	3
3 Hoofdprint	4
4 Voeding	6
5 Dataleds, snorharen en dataconnectors	11
6 Vloersensoren	14
7 Staartprint	16
8 Processormodule AT90S2313	18
9 Programmeerkabel	20
10 Installatie van de software	23
11 Programmeren van de processor	26
12 Ir-afstandsmeter	28
13 Communicatiemodule	30
14 Bumperring en snorharen	33
15 Hardware	34
16 Zijgangdetectoren	36
17 Wielrotatiesensoren	38
18 Testen en programmeren	40
19 Biosroutines	43
20 AVR-ByteForth simulator	47

APPENDICES

A Microcontroller aansluitingen	48
B Bokje	50
C Ombouw van servo tot motor	51
D Listing USHIO-1.FRT	53
E Listing USHI4IR.FRT	59

1 BOUWBESCHRIJVING

Printen

De Ushi is opgebouwd uit een aantal printen. Op de hoofdprint zit een processormodule met een programmeerbare microcontroller. Aan de achterkant van de hoofdprint is de staartprint met een aluminium motorframe bevestigd. In het frame zitten twee omgebouwde servo's die zorgen voor de voortbeweging van de Ushi. Op het frame bevindt zich een communicatiemodule waarmee verschillende Ushi's onderling kunnen communiceren of waarmee de Ushi op afstand bestuurd kan worden. De besturing gebeurt met een televisie-afstandsbediening die werkt volgens het RC5-protocol. Een universele afstandsbediening voldoet.

Aan de voorkant van de hoofdprint is een infrarood-afstandsmeter geplaatst.

Sensoren

Op de hoofdprint en staartprint bevinden zich rondom vijf contactsensoren, ofwel snorharen, en aan de onderzijde drie licht/donker sensoren, de vloersensoren. Optioneel kunnen aan de zijkant nog twee licht/donker-sensoren geplaatst worden, de zijgangdetectoren voor doolhoven. Optioneel zijn ook de wielrotatiesensoren waarmee het aantal omwentelingen van een wiel bijgehouden kan worden. Voor de infrarood-afstandsmeter is als alternatief nog een ultrasone afstandsmeter ontwikkeld.

Met de snorharen kan de Ushi 'voelen' of hij tegen een obstakel is gereden. Met de vloersensoren kan de Ushi de rand van de tafel herkennen of een lijn volgen. Met de zijgangdetectoren kan hij zijgangen in een doolhof 'zien'.

De meeste sensoren worden met de microcontroller verbonden via 3-aderige datasnoertjes, één ader voor de data en de andere twee voor de voedingsspanning. De vier snorharen op de hoofdprint zijn rechtstreeks met de microcontroller verbonden maar kunnen losgenomen worden. De acht dataleds op de hoofdprint zijn via jumpers verbonden met de microcontroller en kunnen ook losgekoppeld worden.

Microcontroller

De microcontroller heeft 15 poorten waarmee de sensoren en motoren bediend worden. Vrijwel iedere poort van de microcontroller is voor vrijwel iedere sensor te gebruiken. Daar zijn twee uitzonderingen op. De twee poorten voor de servomotoren zijn ontkoppeld van de overige electronica om storingen te onderdrukken en er zijn twee interruptpoorten waarop de communicatiemodule of de wielrotatiesensoren aangesloten worden.

De mogelijkheid bestaat om andere microcontrollers met meer geheugen en meer poorten toe te passen. Dan hoeft alleen maar een andere processormodule op de hoofdprint geplaatst te worden.

Tijdens het programmeren wordt de microcontroller met een programmeerkabel op de printerpoort van een PC aangesloten.

De bouw

De bouw van de Ushi is in hoofdstukken ingedeeld waarin telkens een type sensor of hardware behandeld wordt. Aan het eind van veel hoofdstukken wordt aangegeven hoe de zojuist geplaatste elektronica getest kan worden. Een aantal sensoren kan al getest worden zonder microcontroller. Daarom wordt pas halverwege de bouw de programmatuur op de PC geïnstalleerd.

Bij vragen is er altijd iemand van de Forth-gg die je met alle plezier wil helpen. Heel veel plezier en succes met de bouw!

1

2 DATA- EN VERLENGSNOERTJES

Datasnoertjes voorzien de sensoren van voeding en verbinden de sensoren met de microcontroller. Er zijn vier datasnoertjes nodig voor de drie vloersensoren en de achterbumpersensor.

Een datasnoertje bestaat uit drie aders en heeft de volgende kleurcodering:

- zwart: 0 V (ook GND of V_{ss})
- rood: +5 V (ook V_{cc}), middelste ader
- wit: data

Onderdelenlijst

8x krimpkous 2 x 10 mm rood 8x krimpkous 2 x 10 mm zwart 8x krimpkous 2 x 10 mm wit 8x headers 3-polig female 4x snoertjes 3-aderig 15 cm



Fig. 1 Datasnoertje en verlengsnoertje met afmetingen in mm.



Fig. 2 *De opbouw van een data-snoertje.*

De bouw

- Haal een 3-aderig snoer van de 16-aderige bandkabel af en knip dit in vier gelijke stukken van 15 cm;
- splits 1,5 cm van de uiteinden van de driepolige snoertjes;
- strip 3 mm van de uiteinden en vertin deze;
- maak 8 rode, 8 zwarte en 8 witte of gele stukjes krimpkous 2 mm van 1 cm lengte;
- schuif de drie kleuren krimpkous over de drie uiteinden van een snoertje, rood om het middelste draadje, zwart en wit om de buitenste draadjes;
- vertin de pennen van de driepolige headers;
- soldeer de snoertjes aan de driepolige headers maar pas op dat je de krimpkous niet verwarmt met de soldeerbout;
- schuif de krimpkous over het soldeerwerk en verwarm deze met een aansteker.

Verlengsnoertjes worden op dezelfde manier gemaakt, alleen wordt per snoertje één female header vervangen door één male connector.

3 HOOFDPRINT

Voordat er gesoldeerd kan worden moet eerst een aantal parkers in de kale hoofden staartprint gedraaid worden. Daarna kan er begonnen worden met het solderen van de draadbruggen.



Fig. 3 De parkers voor de elastiekjes, de accuhouder en het neuswiel.

Onderdelen

12x parker 2,2 x 6,5 mm messing plaat 1,5 x 8 x 16 mm DR1 t/m DR 8 draadbrug Accuhouder

De bouw

Langs de rand van de hoofd- en staartprint komen aan de bovenzijde 8 parkers waaromheen later de elastiekjes geslagen worden die aan de bumperring bevestigd zijn. Draai de parkers A t/m F uit figuur 3 niet helemaal tegen de print aan zodat de elastiekjes er nog omheen kunnen.

Boor de gaten L op tot 1,8 à 2 mm. Verwijder de bramen van het messing plaatje en schroef het met 2 parkers tegen de onderkant van de print. In het midden van de plaat komt een messing bus van 2,5 mm. Boor daarom het gat M op tot 2,5 mm. De accuhouder komt aan de onderkant van de print met 2 parkers te zitten. Er kan gekozen worden uit drie paar bevestigingspunten H_1 , H_2 of H_3 , afhankelijk van de houder. De afstanden tussen de gaten zijn 35, 38 of 55 mm. Boor het best passende paar gaten op tot 1,8 mm en schroef de houder vast om de gaten te tappen. Verwijder de houder hierna weer omdat op die plaats nog gesoldeerd moet worden. Soldeer de acht draadbruggen, zie figuur 4. Gebruik hiervoor ijzerdraad of afval van componenten als weerstanden, condensatoren en diodes.



Fig. 4 De bovenzijde van de hoofdprint.



Fig. 5 De onderzijde van de hoofdprint.

5

4 VOEDING

De voeding kent een groot aantal mogelijkheden en opties. De opties zitten niet in het standaardpakket maar kunnen eenvoudig zelf toegevoegd worden.

Op de laadstekker K29 kan een acculader aangesloten worden, de plus op pen 3 en de min op pen 1. Ook kan er gekozen worden voor een hogere accuspanning. Deze wordt dan aangesloten met de plus op pen 2 en de min op pen 1. In dat geval mag de accuhouder niet meer aangesloten zijn omdat anders de hogere accuspanning direct op de 5V-accuhouder komt te staan. Ook moet de hogere accuspanning met het optionele spanningsregelcircuit, IC1, C8 en C9, naar 5 V omlaag gebracht worden. Standaard zijn de buitenste twee gaten van IC1 met een draadbrug verbonden.

De schakelaar SW6 schakelt tussen 'aan' en 'laden'. In de stand laden worden de accu's bijgeladen als de acculader aangesloten is. In deze stand is het tevens mogelijk het stroomverbruik van de Ushi in bedrijf te meten door een stroommeter aan te sluiten op JP19, het stroommeetpunt. De lader mag dan niet aangesloten zijn. Standaard is niets aangesloten op JP19. Abusievelijk is in figuur 9 een draadbrug te zien bij JP19.

Via JP18 worden alle niet-vitale delen van de Ushi van stroom voorzien. Het is mogelijk om met wat elektronica deze stroomtoevoer af te sluiten om stroom te sparen als de Ushi in rust is. Standaard is hier een draadbrug voorzien.



Fig. 6 Het schema van de voeding.



Fig. 7 Onderdelen van de voeding.

Onderdelenlijst

- R1 = 1 k Ω R24 = 10 Ω R36 = 1 Ω R37 = 4,7 Ω C3 = 220 µF/10 V C4, C6, C10 = 220 nF C8 = 100 µF/16 V (opt.) C9 = 10 µF/16 V (opt.) C12 = 100 µF/16 V
- LD1 = led groen 3 mm IC1 = L4805 (opt.) JP18 = draadbrug V_{sens} JP19 = draadbrug K29 = 3-polige laadstekker wit SW6 = aan/uitschakelaar 9V-batterijclip (vervallen) Accuhouder 4 x AA



Fig. 8 De bestukking van de voeding.



Fig. 9 De voeding.

De bouw van de basisversie

Plaats:

- een draadbrug tussen de buitenste gaten van IC1. Bij ieder gat staat een dubbele pijl;
- een draadbrug bij JP18, waarbij staat: Vsens;
- de driepolige laad-/voedingsconnector K29;

- de aan-/uitschakelaar SW6;
- de led LD1, de onderkant 15 mm boven de print;
- de weerstand R37 verticaal.
- Steek de beide voedingskabeltjes van de 9V-batterijclip of van de accuhouder als deze geen 9V-clip heeft, achter K29 van onderaf door de print en steek ze van bovenaf terug door de print en soldeer ze aan de + en van de print. De accuhouder kan pas onder de hoofdprint geschroefd worden nadat het soldeerwerk rond de voet van de processormodule klaar is.
- Plaats nu de overige weerstanden en condensatoren.

Laadapparaat (optie)

In de handel zijn uitstekende acculaders te krijgen. Maar ze zijn ook eenvoudig zelf te maken. In figuur 10 is het schema gegeven.



Fig. 10 Het schema van de lader.

Onderdelen

R1 = zie tabel of bereken zelf $C1 = 10 \ \mu\text{F}/16 \ \text{V}$ $C2 = 100 \ \text{nF}$

IC1 = LM317 CN1 = 3-polige header met losse contactstrip

Tabel 1 De waarde van R1 voor delaadstroom.

Laad- stroom (mA)	R1 (Ω)	R & R parallel (Ω)
50 80 100 150 160 200	25,00 15,63 12,50 8,33 7,81 6,25	33 & 100 27 & 39 15 & 82 12 & 27 12 & 22 8,2 & 27
240 300	4,17	8,2 & 8,2

- Bereken R1 met de wet van Ohm: R1 = 5000/I. I is de gewenste laadstroom voor de accu's in mA, R1 is de benodigde weerstand in Ω . Zie ook de tabel. Door het parallel schakelen van weerstanden zijn de berekende waarden te verkrijgen.
- Bevestig de connector, die op K29 wordt aangesloten, aan het laadapparaat, de plus aan de rechter pen, de min aan de linker pen. De middelste pen blijft vrij. Knip met een schaar twee of drie contacten van de strip (met ronde gaatjes). Soldeer de beide draden er aan vast of gebruik een tang. Duw de contacten op de juiste manier in hun behuizing, zodat de weerhaakjes in de gaten vallen.

Het laden van accu's

Nicad en NiMh accu's mogen constant 14 tot 16 uur geladen worden op 10 % van hun capaciteit zonder dat de accu's snel kapot gaan. Langer dan 16 uur geeft geen grote beschadiging aan de accu's. Bij accu's van 800 mAh betekent dit dat er geladen kan worden met een stroom van 800 : 10 = 80 mA. Het is mogelijk om sneller te laden met een grotere stroom maar dan moet wel de maximale laadtijd uitgerekend worden. De maximale lading wordt bereikt na ongeveer 1,4 maal de berekende laadtijd.

Een 800 mAh accu laden met 160 mA duurt dan $1,4 \ge 800 : 160 = 7$ uur. De formule voor versneld laden is:

maximale laadtijd = 1,4 x capaciteit : laadstroom

De accu's verliezen een deel van hun capaciteit of gaan stuk als er te lang geladen wordt. Ze kunnen zelfs exploderen!

Versneld laden is tot maximaal 40 % van de capaciteit mogelijk maar alleen als de accu's leeg zijn en met gebruik van een timer. Een 800 mAh accu kan dus met maximaal $0.4 \times 800 = 320$ mA geladen worden. Dit mag dan hoogstens $1.4 \times 800 : 320 = 3\frac{1}{2}$ uur duren.

Snelladen kan met 1 tot 1,5 maal de capaciteit van een accu. Bij een 800 mAh accu dus met 1200 mA. Dit kan alleen met een speciale snellader zoals een deltapeaklader.

Hardwaretest 1

• Plaats de accu's in de accuhouder;

• Zet de aan/uitschakelaar aan.

De led bij het neuswiel moet nu gaan branden. Als dat niet het geval is, controleer dan of de accu's opgeladen zijn of volg de stroomkring tussen accuhouder en led.

5 DATALEDS, SNORHAREN EN DATACONNECTORS

Er zijn aan de linkerkant en aan de rechterkant van de Ushi een rij van vier leds geplaatst om snorhaarcontact aan te geven en om aan te geven of de vloersensoren de vloer zien.



Fig. 11 Het schema van de dataleds, de snorharen en de dataconnectors.

Onderdelenlijst

Dataleds R2 t/m R5, R18 t/m R20, R22 = 1 k Ω LD2 t/m LD9 = led rood 3 mm JP1 t/m JP16 = 4 connectors 4x2-polig 8x jumper

Snorharen SK1 t/m SK4 = schroefklem SW1 t/m SW4 = connector 2-polig

Dataconnectors K11, K22, K27, K28 = connector 3polig K3 t/m K10, K12 & K13, K18 t/m K21,K25 & K26 = connector 2x3-polig K23 & K24 = connector 2x3-polig (opt.)

Processormodulevoet R6 t/m R17, R25 t/m R29, R32 t/m R35 = 220 Ω R30, R31 = 220 Ω (opt.) R21, R23 = 47 k Ω JP17 = draadbrug of jumper (opt.) SW5 = drukknop 2 headerstrips 14-polig

De bouw van de dataleds en de snorharen

Plaats:

- de 4x2-polige connectors;
- twee jumpers per connector bij de pijltjes om de led aan te sluiten;
- de weerstanden, plaats deze verticaal;
- de leds, plaats de leds zó hoog dat ze goed te zien zijn naast de jumpers en weerstanden. Het lange pootje is de plus. Deze komt aan de rand van de print.



Fig. 12 Onderdelen voor vier dataleds en een snorhaar.

• de schroefklemmen en de 2-polige connectors. De snorharen komen later; De leds kunnen met de jumpers uitgeschakeld worden om zo het stroomgebruik te verminderen.

Er komen vier snorharen op de hoofdprint. Twee wijzen opzij, twee naar voren. Een vijfde zit achter op de staartprint en wijst naar achteren.



Fig. 13 Dataleds op de hoofdprint.



Fig. 14 Dataleds en snorharen.

De bouw van de dataconnectors en de processormodulevoet

Een opmerking vooraf: Voor het gebruik van andere microcontrollers is er ruimte gereserveerd voor twee extra poorten. De onderdelen hiervoor zijn niet meegeleverd. Dit zijn K23 & K24 en R30 en R31. Deze moeten dus niet geplaatst worden.

Plaats:

- de 20 3-polige connectors. Let op dat K23 & K24 niet geplaatst worden;
- de weerstanden R6, R21 en R23 horizontaal;
- de overige weerstanden verticaal. Let op dat R30 en R31 niet geplaatst worden;



Fig. 15 *De connectors rond de voet van de processormodule.*



Fig. 16 De voet van de processormodule.

- de resetschakelaar met draadbrug JP17 voor de AT90S2313. Bij een AT90S2313 en alle andere AVR's wordt het middelste gat met het achterste gat, aangegeven met een A, verbonden. Dit is de min. Bij een AT89C2051 wordt het middelste gat met het voorste, de plus verbonden;
- de twee 14-polige headerstrips. Soldeer eerst de uiteinden vast en soldeer de overige pennen pas vast als de strip goed verticaal staat;
- schroef de accuhouder vast.

Hardwaretest 2

Zet de schakelaar aan. Als je de schroefklemmen SK1, SK2 enz, één voor één verbindt met de bijbehorende connector SW1, SW2 enz, moet er een led gaan branden. Let op, slechts één van beide pennen van SW1 t/m SW4 werkt als contact. De andere pen is om de snorhaar op zijn plaats te houden.

Om alle leds te testen moeten de datapennen van de volgende connectors met massa verbonden worden: ST15, ST17, ST18 en ST19 voor de linker leds en ST9, ST12, ST13 en ST14 voor de rechter leds. Let op, de middelste pen is de plus, de buitenste de massa en de binnenste de datalijn. Dit kun je bijvoorbeeld doen door een datasnoertje op één van de 20 connectors te plaatsen en de andere kant omgekeerd op de genoemde connectors te plaatsen. Je verbindt zo datalijnen met massa.

De nummering van de connectors is beschreven op de laatste pagina van appendix A.

Als een van de leds niet werkt controleer dan:

- of de jumpers bij de leds op de juiste connectors zitten;
- of de led niet omgekeerd zit, anodepootje en kathodepootje verwisseld;
- of je de stroomkring kunt volgen vanaf de min van de accu's via de snorharen, de diode en de weerstand naar de plus.

6 VLOERSENSOREN

Er zijn twee vloersensoren op de hoofdprint, linksvoor en rechtsvoor. Een derde vloersensor zit achter op de staartprint.

Dit type sensor bestaat uit een ir-led, een ir-ontvanger, een potmeter, een elektrolytische condensator, kortweg elco genoemd, en een connector.



EKTIE LINKS

WEOER DETENT AE OHTS vloersensor.

Onderdelenlijst

P1, P2 = 500 Ω C1, C2 = 10 μ F O1, O3 = IS471F O2, O4 = IRL81A K1, K2 = connector 3-polig



Fig. 18 Onderdelen van een vloersensor.

De bouw

- Maak de knikjes in twee van de vier aansluitdraden van de zwarte ir-ontvanger plat met een tang met platte bek. Leg het huis van de ontvanger met de platte kant op de bovenzijde van het gat van 3,5 mm. Teken de lengte van de pootjes tot de gaatjes af en buig ze met een tangetje op die plaats haaks om. Van links naar rechts is de lengte van de pootjes lang, kort, lang, kort.
- De platte, doorzichtige ir-led heeft een heel klein bobbeltje op de voorkant. Dit is een lens. De led komt aan de onderzijde van de print met het lensje naar beneden gericht.
- Om te vermijden dat de led door de print heen rechtstreeks in de ontvanger schijnt moet de led aan de achterkant en de zijkanten ondoorschijnend gemaakt worden. Dit kan met een zwarte viltstift, donkere nagellak, zwart plakband of krimpkous met een gaatje voor de lens. Knijp daartoe een stukje krimpkous van 1 cm plat tussen je vingers en knip met een fijn tangetje een V uit de samengeknepen rand. Schuif



5V

K1

1 2

3

GND

het kousje over de led zodat de led helemaal omhuld is en het ruitvormige gaatje voor het lensje komt te zitten.

Plaats de overige onderdelen:

- de potmeter om de ir-led zwak of fel te laten branden, linksom zwakker rechtsom feller;
- de elco, denk aan de polariteit, het lange pootje is de plus;
- de 3-polige connector voor de voeding van de sensor en de data-overdracht naar de microcontroller.



Fig. 19 *De bovenzijde van de rechter vloersensor.*



Fig. 20 De onderzijde van de rechter vloersensor.



Fig. 21 De rechter vloersensor, bovenzijde.



Fig. 22 De rechter vloersensor, onderzijde.

Hardwaretest 3

Zet de print op drie zeskantbussen M3 of op het bokje, zoals dat beschreven is in appendix B, op een wit vel papier. Sluit de twee vloersensoren aan met datasnoertjes op de pennen bij de processormodule: de rechter op connector 12 en de linker op connector 17. Draai de bijbehorende potmeters geheel linksom. De ir-leds branden onzichtbaar heel zacht: de sensoren 'zien' net de reflectie van het ir-licht en de twee bijbehorende rode leds gaan branden.

Schuif nu een zwart vel papier onder de sensoren. De sensoren zien geen reflectie meer en de rode leds gaan uit. Draai de potmeters nu zover rechtsom dat de leds uitgaan als de zwarte rand net onder de sensor ligt.

Voor de fijnafregeling:

Til de print boven een wit vel papier horizontaal omhoog en regel de potmeters zo af dat de rode leds ongeveer tegelijk op dezelfde hoogte uitgaan. Bij een andere ondergrond moet opnieuw afgeregeld worden.

Controleer bij problemen of de accu's goed opgeladen zijn.

7 STAARTPRINT

De staartprint heeft een vloersensor en een snorhaar die vrijwel identiek zijn aan die van de hoofdprint. Alleen is er een extra led die bij snorhaarcontact gaat branden.



Fig. 23 Het schema van de vloersensor en de snorhaar van de staartprint.

Onderdelenlijst

STAARTDETEKTIE

Vloersensor	2x bout en moer M3 x 6 mm
$P1 = 500 \ \Omega$	
$C1 = 10 \ \mu F / 10 \ V$	Snorhaar
O1 = IS471F	$R1 = 1 k\Omega$
O2 = IRL81A	LD1 = led rood 3 mm
K1 = connector 3-polig haaks	SK1 = schroefklem
JP1 = connector 3-polig haaks + jumper	SW1 = connector 2-polig
DR1 = draadbrug	K2 = connector 3-polig haaks



Fig. 24 De onderdelen van de staartprint.

De bouw

De draadbrug DR1 wordt niet geplaatst zodat de voeding van snorhaar en vloersensor gescheiden blijft.

Plaats:

- de 3-polige connector K1 van de vloersensor aan de onderkant van de print. Buig hem 20° van de print af zodat de connector van het datasnoertje makkelijk geplaatst en verwijderd kan worden;
- de overige onderdelen van de vloersensor zoals bij de hoofdprint;
- de 3-polige connector K2 aan de onderkant van de print, weer onder een hoek van 20° met de print;
- de haakse connector met jumper;
- de overige onderdelen zoals bij de hoofdprint. De snorhaar komt later.
- Monteer de staartprint onder de hoofdprint met twee bouten en moeren.

Hardwaretest 4

Verbind de rechter connector K2 met een datasnoertje met connector 15 op de hoofdprint. Als je de schroefklem met connector SW1 verbindt moet de led op de staartprint gaan branden en een led op de hoofdprint.

Verbind de linker connector K1 met een datasnoertje met connector 9 op de hoofdprint. Regel nu de gevoeligheid van de vloersensor af met de potmeter zoals bij de hoofdprint.



Fig. 25 De bovenzijde van de staartprint.



Fig. 26 De onderzijde van de staartprint.



Fig. 27 De staartprint, bovenzijde.



Fig. 28 De staartprint, onderzijde.

8 PROCESSORMODULE AT90S2313

De Ushi is door zijn modulaire opbouw geschikt voor veel verschillende microcontrollers. Indien voor bepaalde spelletjes een grotere microcontroller nodig is kan men een andere processormodule op de Ushi plaatsen. Processormodules kunnen eenvoudig gewisseld worden omdat ze gestoken worden in twee 14-pens headers op de hoofdprint.



Fig. 29 Schema van de processormodule voor de AT90S2313 en de AT89Cx051 microcontrollers.

Onderdelenlijst

R1 = draadbrug R2 = 22 k Ω C1, C2 = 27 pF C3, C4 = 100 nF X1 = 4 MHz laag model IC1 = AT90S2313 met 20-pens voet H1, H3 = connectorstrip 14-polig H2 = connectorstrip 6-polig DR3, DR4, DR5, DR6 = soldeerbrug



Fig. 30 Onderdelen voor de processormodule AT90S2313.

De bouw

Zaag met een figuurzaag de middenbrug uit de 20-pens voet. Plaats:

- de draadbrug. De oorspronkelijke weerstand R1 is vervangen door een draadbrug;
- beide condensatoren van 100 nF;
- de weerstand;
- de voet met daartussenin het kristal en de beide condensatoren van 27 pF;
- de 6-polige connectorstrip;

Breng op de onderzijde van de print de twee soldeerbruggen aan die zijn aangegeven met AVR (DR4) en A (DR6). Dit zijn twee parallel liggende koperspoortjes op de print. Deze spoortjes moeten gevuld worden met een druppel soldeer.

Vertin de 14-polige connectorstrips waarmee de print op de hoofdprint bevestigd wordt. Verwijder daarna het meeste tin weer met de soldeerbout zodat de strip nog voldoende diep in de print gestoken kan worden. Steek de strip met de korte en net iets dikkere pootjes vanaf de koperzijde in de print. Soldeer eerst de twee buitenste pennen vast en controleer of de strip goed recht staat. Soldeer de overige pennen. Gebruik een soldeerbout met scherpe punt zodat je goed bij de pennen kunt komen zonder het plastic al te veel te beschadigen.

Plaats de microcontroller in zijn voetje. Let op dat de inkepingen van de microcontroller en de processormodule beide aan de linkerkant zitten ten opzichte van de hoofdprint. Plaats de processormodule in de twee rijen headers op de hoofdprint.



Fig. 31 Componentenzijde van de 2313/x051-processormodule.



Fig. 32 *Koperzijde van de* 2313/x051-processormodule.



Fig. 33 *De processormodule AT90S2313, bovenzijde.*



Fig. 34 *De processormodule AT90S2313, onderzijde.*

9 PROGRAMMEERKABEL

Om de microcontroller te kunnen programmeren is een eenvoudige interface nodig. Deze bestaat uit een 25-polige connector met een klein printje erin en een kabel. De connector wordt aangesloten op de printerpoort van de PC en de kabel op de processormodule. Deze kan dan vanaf de PC geprogrammeerd worden.



Fig. 35 Het schema van de programmeerkabel.

Onderdelenlijst

R1 = 100 k Ω C1 = 100 nF D1 = BAT85 IC1 = 74HC125 DR1 t/m DR5 = draadbrug J1 = D25 connector met kap K1 = header 6-polig female bandkabel 6-aderig 60 cm 1x krimpkous 2 x 10 mm rood 1x krimpkous 2 x 10 mm zwart 4x krimpkous 2 x 10 mm wit



Fig. 36 Onderdelen programmeerkabel.

De bouw

Allereerst moet de print gecontroleerd worden. Sommige printen hebben een koperbaan over de gehele breedte van de print lopen aan de kant van de negen lippen. Aan die zijde wordt de print straks in de D25-connector gestoken. Verwijder deze koperbaan met een vijl.

Plaats:

- de draadbruggen DR1, DR3 en DR4;
- DR5, gebruik geïsoleerd draad;
- de diode, de zwarte ring is de kathode, aan de kant van de condensator;
- de condensator;
- het IC.

De weerstand wordt over de diode geplaatst wegens ruimtegebrek, zie figuur 38.

Steek het printje symmetrisch tussen de beide rijen van de D25-connector, de koperzijde aan de kant met de meeste contacten. Soldeer draadbrug DR2 aan pen 18 van de connector. Soldeer de print pas vast aan de connector als hardwaretest 5 het doet.

Splits een 6-aderige kabel van de lintkabel af en soldeer deze aan de print. Bevestig aan het andere einde van de kabel de 6-polige header K1. Verstevig de verbindingen met gekleurde krimpkous: neem voor V_{SS} zwart, voor V_{cc} rood en voor RESET, SCK, MISO en MOSI wit.



Fig. 37 Programmeerkabelprint.



Fig. 38 De programmeerkabel.

10 INSTALLATIE VAN DE SOFTWARE

Nu de processormodule gebouwd is moet deze softwarematig getest worden. Een programma wordt via de PC en de programmeerkabel in de processor geladen. De programmatuur die daarvoor zorgt is de AVR-ByteForthcompiler, kortweg AVRF-compiler genaamd. Nadat deze geïnstalleerd is kunnen meegeleverde testprogramma's ingelezen, gecompileerd en in de processor geladen worden. In dit hoofdstuk wordt de installatie van de AVRF-compiler op de PC beschreven.

Op de AVRF-floppy staan de files:

SETUP.EXE README.TXT AVRF.ZIP PKUNZIP.EXE

AVR-ByteForth is in een willekeurige directory te installeren. In dit voorbeeld komt het programma in de subdirectory C:\FORTH te staan. Maak eventueel eerst deze directory aan met:

C:\>MD C:\FORTH

Doe de diskette in drive A: en geef onder DOS het commando:

Het volume in station C is SYSTEM Het volumenummer is 2617-1E04

C:\>A:\SETUP C:\FORTH

Na de automatische installatie geeft het DOS-commando DIR C:\FORTH\AVRF:

```
Directory van C:\FORTH\AVRF
                <DIR>
                              21-06-02
                                        21:34
                              21-06-02
               <DTR>
                                        21:34
'EGEL
                <DIR>
                              21-06-02
                                        21:34
                              21-06-02
EXAMPLES
               <DIR>
                                        21:34
HELP
               <DIR>
                              21-06-02
                                        21:34
LIB
               <DIR>
                              21-06-02
                                        21:34
USHT
               <DTR>
                              21 - 06 - 02
                                        21:34
WORK
                <DIR>
                              21-06-02
                                        21:34
AVRASS
                     12.534
                             16-04-00
                                        19:44
         TXT
AVRF
         BAT
                       117
                             21-06-02
                                        21:34
AVRF
         CFG
                      1.706
                             21-06-02
                                        21:34
AVRF
         EXE
                    140.608
                             13-10-00
                                        17:23
AVRF
         TXT
                      9.399
                             11-10-00
                                        12:57
                     35.344
                             19-03-96
                                        22:40
GLOSS
         EXE
GLOSS
                        209
                             09-10-00
                                        11:41
         LST
         EXE
                     41.504
                             02-09-97
ΗP
                                        23:19
                             28-06-94
SZ
         COM
                     25.639
                                         2:03
                                267.060 bytes.
        10 bestand(en)
         7 dir('s)
                              3.776.512 bytes beschikbaar.
```

USHI <DIR> - bevat alle testsoftware

AVRASS.TXT - Assembleruitleg

AVRF.BAT - Het batchprogramma dat AVRF.EXE opstart

AVRF.CFG - Het configuratiebestand, wordt uitgebreid toegelicht

AVRF.EXE - Het hoofdprogramma, ook wel cross-compiler genoemd

AVRF.TXT - De ontwikkeling van AVRF

GLOSS.EXE - HELP-filegenerator

GLOSS.LST - Index bij GLOSS.EXE HP.EXE - Print utility SZ.COM - Editor

AVRF.CFG

Met de file AVRF.CFG is het hoofdprogramma AVRF.EXE te configureren. Aan de hand van de listing van AVRF.CFG worden de verschillende instellingen besproken.

De regels van de file AVRF.CFG zijn genummerd voor de duidelijkheid. Regels zijn soms afgebroken met (..).

Een backslash-spatie "\ " betekent dat de rest van de regel slechts commentaar bevat.

```
01 \ Configuratiefile voor AVR ByteForth versie 2.00
02
03 \ Defineer paden naar bibliotheek en hulpfiles
```

Een andere directory-indeling kan met de regels 04 en 05 worden ingesteld.

```
04 S" C:\FORTH\AVRF\LIB" LIBPATH PLACE
05 S" C:\FORTH\AVRF\HELP" HELPPATH PLACE
06
```

Het Forth-commando PROJECT maakt een programmakop aan waarin de regels 09 t/m 12 voorkomen. Als je zelf gaat programmeren, zet dan je naam op regel 11.

```
07 \setminus De drie strings proj$, cat$ en creat$ mogen hier wor(..)
08 \ Maximum lengte: 54 karakters.
09 S" AVR ByteForth, een pub. domein Forth voor de AT90Sx(..)
10 S" Applicatie, afmeting: .... bytes."
                                                       (..)
11 S" Willem Ouwerkerk"
                                                        (..)
12 \ 1------40------50----
13
14 #CPU @ #386 <> [IF]
15
16 \setminus Zet timercorrectie, niet nodig op een AT of 386
   \ #179 FUDGE !
17
                          \ Lage snelheid, 4 Mhz
18 \ #2200 FUDGE !
                          \setminus Turbo, 40 Mhz, 2 wait states
19 #2500 FUDGE !
                          \ Turbo, 40 Mhz, 1 wait state
20
21 [THEN]
2.2
```

Bij snelle computers moet in de volgende regel het getal 100 vergroot worden tot soms wel 20 000

23 100 SET-PAUZE 24

Het is gebruikelijk om de files van een project onder te brengen in een eigen werkdirectory. In regel 26 kan deze werkdirectory opgegeven worden, zodat AVRF automatisch in deze directory opstart.

```
25 \ Zet pad naar de werkdirectory van AVRF
     SILENT CD C:\FORTH\AVRF\USHI
26
                                    VIDEO
27
28 \ Zet basisinstellingen van AVRF
29
     PRN1
                       ( Gebruik PRN1, PRN2, PRN3 of PRN4 )
30 \ ECHO−OFF
                       ( Aan is default )
                       ( Aan is default
31 \ PORTS-OFF
                                         )
32 \ STEP-ON
                       ( Uit is default )
33
```

Als editor wordt aanbevolen de SZ-editor of de NE-editor. De SZ-editor komt uit het publieke domein en is meegeleverd. Er kan ook gewoon gebruik gemaakt worden van de DOS-editor EDIT.COM of van elke andere programma-editor.

Zorg ervoor dat de directory waarin de editor staat in het zoekpad van DOS is opgenomen. Dit zoekpad wordt met het commando PATH= in AUTOEXEC.BAT opgegeven. Er kunnen verschillende directory's tegelijk opgegeven worden, gescheiden door een ";". Bijvoorbeeld: PATH=C:\;C:\DOS;C:\FORTH\AVRF. Het PATH-commando kan maximaal 255 tekens lang zijn. Het DOS-commando SET toont het ingestelde zoekpad.

In de editor SZ.COM kan met twee files tegelijk gewerkt worden waardoor eenvoudig stukken programmatuur gecopieerd kunnen worden van een file naar een andere. Het AVRF-commando WHAT maakt gebruik van de mogelijkheid die SZ.COM biedt om direct naar een bepaalde positie in een file te springen. Als bij het compileren een syntax-error optreedt wordt met het commando WHAT direct de file geopend waarbij de cursor op de plaats van de syntax-error staat. Ook de Norton-editor kent deze voorziening en wordt door AVRF ondersteund.

Een ander programma uit het publieke domein is VC.COM, de Volkov-Commander. Deze toont onder DOS twee directories tegelijk op het scherm. Dit programma lijkt op de Norton-Commander.

```
34 \ Voeg je eigen favoriete programma's toe
35
36 DEBUG DEFINITIONS
37
38 S" SZ " SET-EDITOR \ Installeer edito(..)
39 S" VC" SET-SHELL \ Installeer een D(..)
40
```

Hier kan men zijn eigen DOS-voorkeursprogramma's direct vanuit AVRF aanroepen. Het DOS-programma LIST.COM wordt vanuit AVRF aangeroepen met L.

```
41 \ DOS-naam ..... AVR ByteForth-naam ......
42
43 S" hp " DOS: HP \ W.O.'s HP PCL printp(..)
44 S" gloss " DOS: GLOSS \ Lennart Benschop's g(..)
45 \ S" list " DOS: L \ View een file, (C) V(..)
46 \ S" find " DOS: FIND \ Gebruik een tekstzoe(..)
```

Hardwaretest 5

- Zet voor de zekerheid de PC uit.
- Verbind de programmeerkabel met de printerpoort van de PC.
- Zet de PC weer aan.
- Start DOS op.
- Ga naar directory C:\FORTH\AVRF\>.
- Type AVRF om AVR-ByteForth te starten.

De volgende melding verschijnt op het beeldscherm:

```
AVR ByteForth cross compiler versie 2.00 (c) W.O. 2002
AVR ISP flash programmer versie 1.31 (c) W.O 2000-2003
Een STK dongle aanwezig, de AVR is niet (goed) aangesloten!
```

11 PROGRAMMEREN VAN DE PROCESSOR

De eerste testfile LEDS.FRT wordt geladen om te zien of de microcontroller werkt. De testsoftware staat in de directory C:\FORTH\AVRF\USHI. Daartoe moet in AVRF.CFG regel 26 aangepast zijn zoals in het vorige hoofdstuk is beschreven.

Hardwaretest 6

Sluit de programmeerkabel aan op de printerpoort van de PC en op de processormodule van de Ushi. Het veiligste is het om de PC uit te hebben staan tijdens het aansluiten van een connector. Controleer of de acht dataleds op de hoofdprint via hun jumpers zijn aangesloten op de processor. Haal alle datasnoertjes los bij de processormodule. Zet de PC en de Ushi weer aan. Werk in DOS.

Ga naar directory C:\FORTH\AVRF\>. Type AVRF om de AVRF-compiler te starten. De volgende melding verschijnt op het beeldscherm:

```
AVR ByteForth cross compiler versie 2.00 (c) W.O. 2002
AVR ISP flash programmer versie 1.31 (c) W.O 2000-2003
Een STK dongle aamwezig, de AVR is bedrijfsklaar
```

Met het AVRF-commando DIR verschijnt de listing van de testfiles, waaronder LEDS.FRT. Als dat niet zo is moet de installatie van het vorige hoofdstuk nogmaals secuur doorlopen worden. Type nu in AVR-ByteForth:

EDIT LEDS	Start de editor met de eerste testfile LEDS.FRT.
	Bekijk de file en verander er eventueel iets aan.
Save & Exit	Sluit de editor af.
EMPTY	Maak de compiler leeg.
IN LEDS	LEDS.FRT wordt gecompileerd.
	IN had volstaan omdat LEDS.FRT na EDIT LEDS de default
	file geworden is.
	Indien er een (syntax-)error gevonden is gaat WHAT terug naar de editor.
WHAT	Verbeter de fout.
Save & Exit	Sluit de editor af.
EMPTY	Maak de compiler leeg.
IN	De default-file wordt gecompileerd, LEDS.FRT in dit geval.
	Als er nu geen errors meer gevonden zijn kan verder gegaan
F	worden. Eresse Mask de mierosontroller leeg
	Erase: Maak de filiciocontroller leeg.
r V	Varify: Controlaar hat programma in da microcontrollar
v	Direct na het programmeren van de microcontroller verschijnt.
	een looplicht
	waarbij de acht lede om beurten branden. Verwijder eventueel
	de steker.
FDIT	Nog jets wijzigen in de software? De default-file wordt gebruikt
Save & Exit	Sluit de editor af als je klaar bent met wijzigen
EMPTY	Maak de compiler leeg
IN	De default-file wordt gecompileerd
	De steker eventueel weer aansluiten
ЕРV	Programmeren en testen maar weer
BYE of alt-X	AVR-ByteForth afsluiten en terug naar DOS.
	,

De listing van LEDS.FRT

_____ \ ______ LANGUAGE: AVR ByteForth vsn 1.00PROJECT: Ushi-3 test nummer 1 \ DESCRIPTION : Led test op poort-B \ CATEGORY : Applicatie, afmeting: 100 bytes. \ AUTHOR : Willem Ouwerkerk, December 09, 2001 \ LAST CHANGE : Willem Ouwerkerk, Oktober 20, 2002 \ _____ 90S2313 \ Selecteer target NEEDS TARGET.FRT \ Laad cpu specifiek deel \ Gebruik 4 MHz kristal 4 SET-CRYSTAL NEEDS MS.FRT \ Laad geschikte MS versie DOC test of de CPU print werkt Dit is de eerste test voor Ushi. Het laat de leds die op de bumperschakelaars aangesloten zitten één voor één oplichten. De leds lopen met de klok mee rond. Er is altijd maar één led tegelijkertijd aan. De leds in Ushi-3 zijn aangesloten op Poort-B Deze test kan ook gebruikt worden om uit te proberen of de bumperschakelaars geen kortsluiting maken. Vergeet niet alle acht jumpers bij de leds te plaatsen !!! ENDDOC PORTB SFR LEDS \ Laat de leds met de klok mee rond lopen. : LEDJES (--) DUP INVERT TO LEDS 2* DUP 0= IF DROP 1 THEN 100 MS :MAIN (--) \ Leds zijn uitgang, en startwaarde \$FF SETDIR LEDS -1 BEGIN LEDJES AGAIN ; (Einde)

12 IR-AFSTANDSMETER

De Ushi kan tot zo'n 80 cm de afstand tot een voorwerp recht voor zich meten met behulp van een ir-afstandsmeter. Deze afstandsmeter wordt op een L-profiel geschroefd en voor op de hoofdprint geplaatst. In twee van de vier aansluitdraden komen een weerstand en een diode om de aansluitingen compatibel te houden met een ultrasone afstandsmeter, die ook voor de Ushi ontwikkeld is.



Fig. 39 Het schema van de ir-afstandsmeter.

Onderdelen

D1 = 1N4148 R1 = 470 Ω SP1 = GP2D02 header 2x3-polig L-profiel 2 zeskantbussen M3 f/f 6 boutjes M3 x 6 mm 2 moeren M3 2x krimpkous 2 x 10 mm rood 2x krimpkous 2 x 10 mm zwart 6x krimpkous 2 x 10 mm wit snoertje 4-aderig 10 cm



Fig. 40 De onderdelen van de ir-afstandsmeter.

De bouw

De ir-afstandsmeter wordt aangesloten op een connector met vier draden. Van voren gezien zit draad 1 rechtsonder, zie de figuren 39 en 40. Draad 2 wordt via een diode aangesloten op connector 2 van de hoofdprint en draad 4 via een weerstand op connector 1, zie figuur 41.

- Splits 15 mm van de uiteinden van het snoertje, strip 3 mm isolatie en vertin de uiteinden.
- Schuif een wit krimpkousje op draad 2 van het snoertje en soldeer de diode met de kathode eraan vast. De zwarte ring op de diode is de kant van de kathode.
- Schuif een wit krimpkousje op draad 4 van het snoertje en soldeer de weerstand

eraan vast.

- Schuif een zwart krimpkousje op draad 1 van het snoertje en soldeer deze vast aan draad 1 van de afstandsmeter. Doe hetzelfde met een rood krimpkousje en draad 3.
- Knip de draden 2 en 4 op de juiste lengte af, doe er twee witte krimpkousjes omheen, strip en soldeer de diode en de weerstand aan de draden.
- Soldeer de vier draden aan de 2x3-polige header. Draad 3, de plus, komt aan een van de middelste pennen, draad 1, de min, aan een buitenpen. Zet nu de header op connectors 1 en 2 en soldeer draad 2 aan de data-pen van header 2 en draad 4 aan de data-pen van header 1. Vergeet niet voor het solderen eerst stukjes krimpkous over de draden te schuiven!

Beugel voor de afstandsmeter

Bevestig de afstandsmeter met twee boutjes en moeren op het L-profiel.

Plaats het L-profiel met twee zeskantbussen en twee boutjes op de hoofdprint. Zorg dat de aan/uit-led in het gat van het L-profiel valt. Soldeer de led desnoods nog even los.



Fig. 41 De ir-afstandsmeter.

Hardwaretest 7

AFSTAND.FRT is de testfile voor de GP2D02 afstandsmeter. Laad het testprogramma, compileer het en programmeer de processor zoals in het vorige hoofdstuk is beschreven. Het programma werkt direct en geeft de gemeten afstand tussen de Ushi en een voorwerp op de leds aan.

De gemeten afstand wordt als een binair getal op de leds aangegeven. De led rechsachter is bit 0 en linksvoor bit 7. Metingen tussen de 10 en 80 cm zijn goed bruikbaar, onder de 10 cm werkt de sensor omgekeerd: hoe groter het getal op de leds, des te kleiner de afstand. Controleer of de sensor goed werkt op een afstand van 10 tot 20 cm. Dat is de afstand waarop hij in een doolhof goed moet kunnen werken. De afstand van 80 cm kan gebruikt worden voor het opsporen van tegenstanders en voorwerpen op een speelveld.

Mogelijke oorzaken voor het niet functioneren van de afstandsmeter kunnen zijn:

- Het verwisselen van connectors 1 en 2. De oplossing is dan lossolderen en omdraaien van de datalijnen.
- De diode is verkeerd om geplaatst. Haal het stekkertje uit de afstandsmeter en meet de draad door.

13 COMMUNICATIEMODULE

De Ushi heeft een infrarood-communicatiemodule. Hiermee kan de Ushi op afstand bediend worden. Ook kunnen twee Ushi's onderling communiceren. De communicatie verloopt via het RC5-protocol.



Fig. 42 Het schema van de communicatieprint.

Onderdelenlijst

 $R1 = 6.8 \text{ k}\Omega$ $R2 = 27 k\Omega$ $R3 = 100 \Omega$ $R4 = 47 k\Omega$ $R5 = 1 k\Omega$ $R6 = 47 \ k\Omega$ $R7 = 39 \Omega$ $C1 = 4,7 \ \mu F/10 \ V$ $C2 = 10 \ \mu F / 10 \ V$ C3 = 1 nF MKTD1 = 1N4148LD1, LD2 = LD274 of LD271IC1 = TSOP1836 of TSOP1736 IC2 = 7555T1 = BC547BDR1, DR2 = draadbrugheader 4-polig header 2x3-polig K1 = connector 4-polig haaks



Fig. 43 *De onderdelen van de communicatiemodule.*

bandkabel 4-aderig 15 cm 1x krimpkous 2 x 10 mm rood 1x krimpkous 2 x 10 mm zwart 2x krimpkous 2 x 10 mm wit





Fig. 44 *De print van de communicatiemodule.*

Fig. 45 De communicatiemodule.

De bouw

Plaats:

- de diode, let op de polariteit. Gebruik de draadeinden als draadbrug;
- de twee draadbruggen. DR1 is alleen nodig als de TSOP1736 wordt gebruikt;
- de MKT-condensator;
- de transistor;
- de weerstanden;
- de twee elco's, let op de polariteit;
- de ir-leds, het lange pootje is de anode ofwel de plus. De platte kant aan de led is de kathode. Kijk goed hoe ze gemonteerd moeten worden. Buig de pootjes van beide led's haaks om naar dezelfde kant. Let goed op want terugbuigen gaat niet goed. Plaats de ir-led's zo hoog dat ze boven de andere elektronica uit kunnen stralen. De pootjes van één van beide leds moeten geïsoleerd worden zodat er geen kortsluiting kan ontstaan met de andere led;
- TSOP 1836 of TSOP 1736. Buig de pootjes haaks naar achteren zodat het IC met de bolle kant naar boven komt te staan. Zorg dat het IC hoog staat en daardoor een goed zicht rondom heeft. Bij gebruik van een TSOP1736 moet de draadbrug geplaatst zijn;
- de 4-polige connector;
- IC2.

Maak een 15 cm lang 4-aderig datasnoertje. De eerste draad komt aan pen 1 van de 4-polige header en aan een van de buitenste pennen van de 2x3-polige header. Dit is de min. Gebruik zwarte krimpkous. De tweede draad is de plus en komt aan pen 2 en aan een van de middelste pennen van de connector. Gebruik rode krimpkous. Plaats de 2x3-polige header op de connectors 3 en 4 bij de processor-module. Soldeer de derde draad aan pen 3 en aan de data-pen van connector 3. Soldeer de vierde draad aan pen 4 en aan de data-pen van connector 4. Gebruik witte krimpkous bij de laatste twee draden.

Hardwaretest 8

ONTVANG.FRT is de testfile voor de ir-ontvanger. De ontvanger werkt volgens het RC5-protocol. De ir-ontvanger van de Ushi kan het eenvoudigst aangestuurd worden met een universele tv-afstandsbediening die is ingesteld op het RC5protocol of een televisie van het merk Philips. De schakeling van de ontvanger bestaat uit slechts vier onderdelen. Er zijn dus weinig problemen met de hardware te verwachten. Met het RC5-protocol kunnen codes van maximaal 6 bits verstuurd worden, dus getallen van 0 tot 63. De Ushi toont op zijn leds welke cijfertoets op de afstandbediening ingedrukt is. De cijfertoetsen 1 t/m 5 zetten elk een led aan. De cijfertoets nul en de mute-toets, geluid-uit, zetten alle leds weer uit. Alle leds worden tegelijkertijd aangezet met de aan/uit toets.

Als de ontvanger niet werkt, kun je proberen in ONTVANG.FRT de constante "-283." in LEES-BIT licht te wijzigen of "-139." in RCSTART. Deze constanten bepalen de bemonstertijd van de decoder.

De voeding van de zender en ontvanger zijn gekoppeld. Het is daarom niet mogelijk om alleen de ontvanger aan te sluiten. Op dat moment begint de zender te zenden en ziet de ontvanger alleen nog maar dat signaal.

Oefening

Je kunt proberen het programma ONTVANG.FRT zó aan te passen dat alle codes van de afstandsbediening op de dataleds binair weergegeven worden.

Hardwaretest 9

ZENDER.FRT is de testfile voor de ir-zender. Deze werkt ook volgens het RC5protocol. Het makkelijkste kun je hem testen met een Philips-tv. Als je geen Philips-tv hebt kun je een eenvoudige ontvanger maken uit het 'Egelwerkboek, dat ook verkrijgbaar is bij de Forth-gg, of een andere Ushi lenen en die laden met het programma ONTVANG.FRT. Dit is hoe dan ook aan te raden om goede werking van de zender te kunnen testen. De condensator van 1 nF, die gebruikt wordt in de zender om de juiste frequentie te bepalen, moet van een goede kwaliteit zijn, bijvoorbeeld een MKT-condensator.

De zender kan gebruikt worden om een spelletje als tikkertje te spelen. Er moet dan gecommuniceerd worden met minstens twee andere Ushi's.

ZENDER.FRT wordt bij deze test bediend met de snorharen. Je kunt daar tijdelijk opengevouwen paperclips voor gebruiken en die in de schroefklemmen zetten. In het volgende hoofdstuk wordt de plaatsing van de snorharen besproken.

Ushi toont op zijn led op de staartprint dat de communicatiemodule actief is. Wordt de bumperschakelaar LINKS-OPZIJ ingedrukt dan wordt RC5-code 1 verzonden, zender 1 op de TV moet nu aangaan. Wordt de bumperschakelaar RECHTS-OPZIJ ingedrukt dan wordt RC5-code 12 verzonden, de TV moet op stand-by springen.

14 BUMPERRING EN SNORHAREN

De bumperring heeft een lengte van 75 cm en wordt aan de Ushi bevestigd met 6 elastiekjes. De 6 elastiekjes worden door 12 gaten van 3 mm gestoken en achter de parkers gehaakt. De gaten zijn symmetrisch ten opzichte van het midden van de bumper geplaatst. Het midden van de bumper zit achter op de Ushi in verband met de snorhaar die zich daar bevindt. In figuur 46 staat de afstand van ieder gat tot het midden van de bumper. Aan de voorzijde van de Ushi worden de uiteinden aan elkaar bevestigd met twee parkers. Deze 4 gaten hebben een diameter van 2 mm.



Fig. 46 De snorharen en de elastiekjes.

Onderdelenlijst

bumperring 75 x 2 cm 2x parker 2,9 x 6,5 mm 2x elastiekje A, F 5 cm 2x elastiekje BC, DE 10,5 cm 2x elastiekje J, K 7,5 cm 5x RVS-draad 0,5 mm 10 cm

De bouw

- Boor eerst de 4 gaten van 2 mm en dan de 12 gaten van 3 mm;
- bevestig de uiteinden met twee parkers aan elkaar;
- steek de lussen van de elastiekjes van buitenaf door telkens twee gaten en haak ze achter de parkers, de kortste aan de voorkant en de langste aan de zijkanten;
- vouw het uiteinde van alle snorharen 135° om;
- knip de snorharen op lengte en zet ze vast in de schroefklemmen zodat ze net vrij blijven van de bumperring.

15 HARDWARE

Onderdelenlijst motoren

motorframe 2x houten wiel 8x parker 2,2 x 6,5 mm 2x servo 8x parker 2,9 x 6,5 mm

De bouw

- Boor het gat in de houten wielen op tot 5 mm, verzink de platte kant van het wiel met een boor van 7 mm.
- Schroef de stuurplaat van de servo af en centreer deze op het verzonken gat en schroef deze met vier 2,2 mm parkers vast op het wiel. Boor de gaten voor. Kies gaten die ongeveer op gelijke afstand van elkaar zitten.
- Bouw de servo's om tot motor zoals beschreven wordt in appendix C.
- Schroef de stuurplaat met wiel weer op de servo vast.
- Schroef de servo's met de grote parkers vast aan het frame. De assen van de servo's komen aan de voorkant, in lijn met de drie gaten *A*, *D* en *A* in het frame. Zorg dat de servo's goed tegen de onderkant van het frame aanliggen.



Fig. 47 Het motorframe.

Onderdelenlijst samenbouw

8x bout M3 x 6 mm 4x zeskantbus M3 f/f 2x zeskantbus M3 m/f 4x ring

De bouw

- Bevestig de vier zeskantbussen f/f met vier bouten op de staartprint.
- Bevestig het frame met twee bouten en onderlegringen in de gaten A en met twee zeskantbussen m/f en onderlegringen in de gaten B op de vier zeskantbussen van de staartprint.
- Bevestig de communicatiemodule met twee bouten op de zeskantbussen die in de gaten *B* van het frame zitten.

Via gat C blijft de schroefklem van de snorhaar bereikbaar. Gat D is voor de

bevestiging van een pen waarmee de Ushi tekeningen kan maken. In gat E kan een chassisdeel gemonteerd worden voor een externe voeding.

Onderdelenlijst neuswiel

messing plaat 1,5 x 8 x 16 mm 2x parker 2,2 x 6,5 mm messing bus 25 x 2,0 mm RVS-draad 1,5 x 100 mm 2x kraag 2 mm met inbusbout neuswiel



Fig. 48 De constructie van het neuswiel.

De bouw

De messing plaat is al aan de onderzijde van de print bevestigd met de twee parkers.

- Steek de messing bus van bovenaf zo ver door de print en de messing plaat dat het neuswiel straks vrij kan draaien. Soldeer de messing bus aan de messing plaat.
- Zet de draad om zoals is aangegeven in het voor- en zijaanzicht van figuur 48. Plaats het wiel op de as en sluit hem op met de kraag. Zorg dat het wiel wrijvingsloos op de as kan draaien.
- Steek de draad van onderaf in de bus en zet de andere kraag aan de bovenkant op de draad.

Bij de volgende test komt het bokje, beschreven in appendix B, goed van pas. Tijdens het draaien van de wielen staat de Ushi vrij van de grond.

Hardwaretest 10

MOTOR.FRT is de testfile om te controleren of de motoren de juiste kant opdraaien. Hiervoor worden de snorharen gebruikt. Zie verder MOTOR.FRT.

De in de servo's ingebouwde potmeters moeten zo ingesteld worden dat de servo's stil staan. Als de servo's met de potmeters niet tot stilstand gebracht kunnen worden, moet de constante STILSTAND# in de file USHIO-1.FRT aangepast worden. Gebruik hiervoor het testprogramma STOP.FRT. Met dit programma kan uitgezocht worden welk getal er bij STILSTAND# opgeteld of er van afgetrokken moet worden om de servo's tot stilstand te brengen. De fijnafregeling gebeurt vervolgens weer met de potmeters. Zie verder STOP.FRT.

16 ZIJGANGDETECTOREN

(optioneel)

Links en rechts op de hoofdprint staan twee zijgangdetectoren die 'zien' of de Ushi langs een zijgang van een doolhof komt. Deze zijgangdetectoren zijn vrijwel gelijk aan de vloersensors.



Fig. 49 *Het schema van de rechter zijgangdetector.*

Onderdelenlijst

C5, C7 = 10 μ F/16 V O4, O5 = LD274 of LD271 O6, O7 = IS471F K14, K15 = connector 3-polig



Fig. 50 Onderdelen zijgangdetectie.

De bouw

Plaats:

- de ir-led aan de onderkant van de hoofdprint en buig deze opzij;
- de IS471F aan de bovenkant van de hoofdprint met de platte kant naar buiten toe;
- de elco, denk om de polariteit!



Fig. 51 *De bovenzijde van de rechter zijgangdetector.*



Fig. 52 *De onderzijde van de rechter zijgangdetector.*



Fig. 53 De rechter zijgangdetector.

17 WIELROTATIESENSOREN

(optioneel)

Op de achterwielen kunnen wielrotatiesensoren geplaatst worden. Deze tellen het aantal omwentelingen van de wielen. Op de wielen komen schijven radiaal zwartwit gestreept. Een reflexiesensor geeft een spanning af die overeenkomt met de reflectie van de optische schijf. De microcontroller verwerkt deze spanningsvariaties.



Fig. 54 Het schema van de wielrotatiesensoren.

Onderdelenlijst

R38, R42, R44, R46 = 22 k Ω R39, R43 = 220 k Ω R40, R47 = 4,7 k Ω R41, R45 = 680 Ω P3 = 10 k Ω C11 = 100 μ F IC2 = TLC272 met voet O8, O9 = CNY70 K16, K17 = connector 3-polig



Fig. 55 Onderdelen van de wielrotatiesensoren.

De bouw

- Maak twee copieën van de optische schijf van figuur 58 en plak deze op de binnenkant van de houten wielen. Plaats:
- de reflectiesensoren CNY70 op 1 mm afstand van de optische schijven. Houd rekening met het slingeren van de wielen;
- het voetje voor de opamp TLC272;
- de weerstanden;
- de potmeter;
- de condensator;
- de opamp TLC272 in zijn voetje.



Fig. 56 De bestukking van de wielrotatiesensoren op de hoofdprint.



Fig. 57 De linker wielrotatiesensor.



Fig. 58 De optische schijf, 60 zwarte sectoren.

18 TESTEN EN PROGRAMMEREN

Er is een aantal testprogramma's ontwikkeld waarmee de hardware getest kan worden. Deze tests zijn tijdens het bouwen aangegeven. Dit zijn achtereenvolgens geweest:

LEDS.FRT om de CPU-print te testen; AFSTAND.FRT om de GP2D02 sensor te testen; ONTVANG.FRT om de RC5-ontvanger te testen; ZENDER.FRT om de RC5-zender te testen; MIDDEN.FRT om de correcte middenstand voor de motoren te zoeken; MOTOR.FRT om de motoren af te regelen.

Daarnaast is er een tweetal programma's toegevoegd als demonstratie van de mogelijkheden die de Ushi zoal heeft. Dat zijn USHI4IR.FRT en LIJN.FRT.

Met USHI4IR.7FRT wordt de Ushi een autonome robot die niet van de tafel rijdt en obstakels aan de voorkant ontwijkt en bij het schampen van een voorwerp wegdraait. De Ushi maakt bij dit programma gebruik van de RC5-ontvanger, de vloersensoren, de snorharen en de afstandsmeter als invoerorganen en de motoren als uitvoerorganen.

Dit programma wacht met bewegen tot de mute-toets van de afstandsbediening wordt ingedrukt. De Ushi kan ook met de afstandsbediening bestuurd worden. Starten en stoppen gebeurt met de stand-by toets, sneller en langzamer met de volumeregeling en links en rechts met de knoppen voor vorige en volgende voorkeuzezender.

LIJN.FRT heeft dezelfde opzet als het vorige programma. Met de mute-toets van de afstandsbediening volgt de Ushi een lijn, eventueel met zijwegen. Op een kruispunt kiest de Ushi één van de mogelijke wegen. Met de andere toetsen is de Ushi weer te besturen als een draadloos voertuig.

Als de programmeertaal Forth nieuw voor iemand is dan kan het beste een begin gemaakt worden met programmeren door kleine veranderingen in de testsoftware aan te brengen. Sla het nieuwe programma wel op onder een andere naam. Bewaar altijd een copie van het origineel op een veilige plaats. Ook kan geprobeerd worden om kleine veranderingen in de hardware aan te brengen. Connector 8 is in de basisuitvoering nog vrij om nieuwe hardware aan te sluiten.

De AT90S2313 heeft twee hardwarepoorten, PORTB en PORTD. Dit zijn acht fysieke pennen voor PORTB en zeven voor PORTD die aan de microcontroller zitten. Op deze pennen kunnen bijvoorbeeld leds of sensoren worden aangesloten. Om de leds te besturen of om de sensoren uit te lezen moeten deze poorten eerst een naam krijgen, dit heet declareren. Dit is vergelijkbaar met het geven van een VARIABLE-naam aan een fysieke geheugenplaats, het declareren van een variabele. Het gaat hier alleen om iets anders dan variabelen en die heten in AVR-ByteForth Special Function Registers, afgekort SFR's. Na de commando's

PORTB SFR PB PORTD SFR PD

kunnen deze poorten direct aangestuurd of uitgelezen worden met de namen PB en PD. Vanwege de hier gebruikte hardware, de AT90S2313, moet nog aangegeven

worden of de poort uitgelezen wordt, zoals bij een vloersensor of een snorhaar, of dat er naartoe geschreven gaat worden, zoals bij een led. Dat gebeurt met het commando SETDIR, dir is de afkorting van direction. Een 1 naar een pen van een poort betekent 'schrijven', een 0 betekent 'lezen'. Om naar alle acht pennen van poort PB te kunnen schrijven wordt het volgende commando gebruikt:

\$FF SETDIR PB

Om het getal 255 nu naar poort PORTB te sturen wordt de opdracht gebruikt

255 TO PB

Vanwege de hardware betekent dit dat alle op PORTB aangesloten led's uit gaan. Om het getal 255 normaal weer te geven op de led's moet de opdracht gebruikt worden

```
255 INVERT TO PORTB
```

De zeven of acht pennen van een poort worden meestal niet tegelijk bestuurd. Om ze afzonderlijk te kunnen besturen krijgt iedere pen van de poort een eigen naam. Dit heten BIT-SFR's. Er wordt nu één enkele pen gedeclareerd. Het blijft daarbij nog steeds mogelijk om de hele poort te besturen met de SFR-naam PB of PD. In USHIO-1.FRT is de naam van iedere pen als volgt gedeclareerd gevolgd door de richting, lezen = 0, schrijven = 1, en het connectornummer op de hoofdprint:

PORTB	0	BIT-SFR	VLOER-ACHTER	\	0 9
PORTB	1	BIT-SFR	VLOER-RECHTS	\	0 12
PORTB	2	BIT-SFR	RECHTS-OPZIJ	\	0 13
PORTB	3	BIT-SFR	RECHTS-VOOR	\setminus	0 14
PORTB	4	BIT-SFR	ACHTER	\	0 15
PORTB	5	BIT-SFR	VLOER-LINKS	\setminus	0 17
PORTB	6	BIT-SFR	LINKS-OPZIJ	\	0 18
PORTB	7	BIT-SFR	LINKS-VOOR	\	0 19
PORTD	0	BIT-SFR	GP2-DATA	\	0 1
PORTD	1	BIT-SFR	GP2-CONTROL	\setminus	1 2
PORTD	2	BIT-SFR	ZEND	\setminus	1 3
PIND	3	BIT-SFR	ONTVANG	Ň	0 4
PORTD	4	BIT-SFR	RESERVE	Ň	1 8
PORTD	5	BIT-SFR	MOTOR-LINKS	\setminus	1 10
PORTD	б	BIT-SFR	MOTOR-RECHTS	Ň	1 11

De BIT-SFR's werken ongeveer als een FLAG. Een FLAG is een variabele die maar twee waarden kent: TRUE of FALSE. TRUE komt overeen met -1 en FALSE met 0. Bedenk wel dat -1 hetzelfde is als 255 of 1111 1111 binair. Een BIT-SFR en een FLAG kunnen TRUE of FALSE gemaakt worden met de commando's SET of CLEAR. Pen 0 van PORTD heeft de BIT-SFR-naam ACHTER. De led die op deze pen is aangesloten blijft 250 ms branden met het volgende programma, maar eerst moet nog de pen op 'schrijven' gezet worden met SETDIR.

1 SETDIR ACHTER CLEAR ACHTER 250 MS SET ACHTER

Nogmaals: een led moet een CLEAR krijgen om te gaan branden en een SET om uit te gaan.

19 BIOSROUTINES

De BIOS-routines die in een programma na de opdracht INCLUDE USHIO-1.FRT aangeroepen kunnen worden, gerangschikt op sensortype.

Vloersensoren

- VLOER-LINKS
- VLOER-RECHTS
- VLOER-ACHTER
- TAFELRAND?
- TAFELRAND
- VLOER?
- VLOER

Bumpers

- LINKS-VOOR
- RECHTS-VOOR
- LINKS-OPZIJ
- RECHTS-OPZIJ
- ACHTER
- GESTOTEN?
- GESTOTEN

Afstandssensor

• AFSTAND

Motoren

- SNELHEID
- VOORUIT
- ACHTERUIT
- LINKS
- RECHTS
- LINKSOM
- RECHTSOM
- STOP

Zender & ontvanger

- RCKEY?
- RCKEY
- RCEMIT

Vloersensoren

VLOER-LINKS Zet TRUE op de stack als de linker vloersensor zwart ziet.

VLOER-RECHTS

Zet TRUE op de stack als de rechter vloersensor zwart ziet, anders FALSE.

VLOER-ACHTER

Zet TRUE op de stack als de achterste vloersensor zwart ziet, anders FALSE.

TAFELRAND? (-- rand_gezien?)

Zet TRUE op de stack als één of meer vloersensoren zwart zien, anders FALSE.

TAFELRAND (-- ring##) Geeft op de stack een byte waarvan de bits aangeven welke vloersensor zwart ziet. bit0 = achter bit1 = linksvoor bit2 = rechtsvoor

Deze byte kan worden uitgelezen met

TAFELRAND DUP 1 AND IF achter_zwart THEN DUP 2 AND IF linksvoor_zwart THEN 4 AND IF rechtsvoor_zwart THEN

VLOER? (-- ring_gezien?) Doet hetzelfde als TAFELRAND?, maar test op wit in plaats van zwart.

VLOER (-- ring##) Doet hetzelfde als TAFELRAND, maar geeft een 1 voor wit in plaats van zwart.

Bumpers

LINKS-VOOR Zet FALSE op de stack als de snorhaar links-voor geraakt wordt, anders TRUE.

RECHTS-VOOR Zet FALSE op de stack als de snorhaar rechts-voor geraakt wordt, anders TRUE.

LINKS-OPZIJ Zet FALSE op de stack als de snorhaar links-opzij geraakt wordt, anders TRUE.

RECHTS-OPZIJ Zet FALSE op de stack als de snorhaar rechts-opzij geraakt wordt, anders TRUE.

ACHTER

Zet FALSE op de stack als de achterste snorhaar geraakt wordt, anders TRUE.

GESTOTEN? (-- bumper_geraakt?) Test of één van de snorharen geraakt is. Geeft een flag TRUE of FALSE op de stack.

GESTOTEN (-- bumper##)

Geeft op de stack een byte waarvan de bits aangeven welke snorhaar wordt geraakt. Zolang GESTOTEN gelijk aan 0 is worden de snorharen niet aangeraakt.

bit0 = rechtsvoor bit1 = rechtsopzij bit2 = linksvoor bit3 = linksopzij bit4 = achter

Deze byte kan worden uitgelezen met

GESTOTEN DUP 1 AND IF rechtsvoor_geraakt THEN DUP 2 AND IF rechtsopzij_geraakt THEN DUP 4 AND IF linksvoor_geraakt THEN DUP 8 AND IF linksopzij_geraakt THEN 16 AND IF achter_geraakt THEN

Afstandssensor

AFSTAND (-- afstand) Leest de afstand uit de GP2D02-sensor en zet een getal op de stack. Het getal op de stack is een maat voor de afstand. Zie de testfile AFSTAND.FRT.

Motoren

SNELHEID (snelheid --) De snelheid waarmee de motoren vooruit of achteruit gaan draaien. Neemt het laatste getal van de stack. Indien de waarde groter is dan 80 wordt 80 gebruikt.

STOP (--) Zet de servomotoren stil.

VOORUIT (--) Laat beide servomotoren vooruit draaien.

ACHTERUIT (--) Laat beide servomotoren achteruit draaien.

LINKS (--) Laat de rechter servomotor vooruit draaien en zet de linker stil.

RECHTS (--) Laat de linker servomotor vooruit draaien en zet de rechter stil.

LINKSOM (--) De rechter servomotor draait vooruit en de linker met dezelfde snelheid achteruit.

RECHTSOM (--) De linker servomotor draait vooruit en de rechter met dezelfde snelheid achteruit.

Zender & ontvanger

RCKEY? (-- code_ontvangen?) Geeft een TRUE op de stack zodra er een RC5-code ontvangen is.

RCKEY (-- RC5-code)

Zet de ontvangen RC5-code op de stack. Eerst moet gecontroleerd worden of er een code is ontvangen met RCKEY?. De meeste afstandsbedieningen zenden tweemaal dezelfde code kort achterelkaar. Om dubbellezen te voorkomen is het volgende programma te gebruiken:

```
RCKEY? IF
RCKEY
150 MS
RCKEY? IF
RCKEY
DROP
THEN
THEN
```

Na afloop is er één RC5-code op de stack. In USHI4IR staat dit in SKIP-RCKEY.

RCEMIT (RC5-code --)

Zendt de RC5-code uit die op de stack staat. Een geldige RC5-code ligt tussen 0 en 63 (6-bitscode).

20 AVR-BYTEFORTH SIMULATOR

Sommige programma-onderdelen kunnen niet goed op de Ushi getest worden zoals de uitkomst van een berekening. In zo'n geval biedt de simulator uitkomst. Het deel van het programma met die bepaalde berekening schrijf je dan zo dat het op de computer uitgevoerd kan worden waarbij het resultaat op het beeldscherm getoond wordt. Als voorbeeld wordt een zeer eenvoudige berekening (1+1) uitgevoerd en het resultaat op het beeldscherm getoond.

Type weer vanuit DOS C:\FORTH\AVRF\>

AVRF	Start AVR-ByteForth vanuit DOS
EDIT TEST1	Maak de file TEST1.FRT aan en laad deze in de editor
: BEREKENING 1 1 + ;	Maak het nieuwe Forth-woord BEREKENING Bereken 1 + 1, zet het antwoord op de stack Toon het laatste item van de stack op het beeldscherm Sluit het woord af
Save & Exit	Sluit de editor af
EMPTY	Maak de compiler leeg
IN	De laatst gebruikte file wordt gecompileerd: TEST1.FRT in dit geval
	Als er een syntax error is terug naar EDIT, anders verder
BEREKENING EDIT	De simulator voert nu het woord BEREKENING uit Wijzigingen kunnen aangebracht worden
Save & Exit	Sluit de editor af als je klaar bent met wijzigen
EMPTY	Maak de compiler leeg
IN	De laatst gebruikte file wordt gecompileerd: TEST1.FRT in dit geval
	Als er een syntax error is terug naar EDIT, anders verder
BEREKENING	De simulator voert nu het woord BEREKENING opnieuw uit
ALT-X	ByteForth afsluiten en terug naar DOS.

APPENDIX A

MICROCONTROLLER AANSLUITINGEN

Er zitten acht leds op de Ushi. Ze zijn aangesloten op de bumper- en vloersensoren maar er kunnen ook de 8 bits van een byte mee weergegeven worden. Tijdens de hardwaretests moeten de drie vloersensoren met datasnoertjes aangesloten zijn op de connectors ST9, ST12 en ST17. Zie onderstaand schema.

Hieronder volgt een volledige opsomming van alle verbindingen zoals die in de schema's, de printen en de microcontrollers voorkomen.

Px2313	POORTNAAM	LED	POS	DIR	ST	K	P	2313	4433	Px4	1433
0 חח	resel			0	1	10	1 2	⊥ 2	1 2	תת	0
PD 0 1 0	GPZ-DAIA			1	1 2	10	∠ 2	2	2	רם מת	1
ב עק 2 חס	7FND			1	2	20	4	5	4	רם חס	2
2 D 2				0	4	20	т 5	7	т 5	םם חם	2
ED J	ng			0	т 5	22	5	/	5	םם חם	4
	Vcc				5	22	7	20	7	ΕD	т
	Gnd						8	10	8		
	nc				6	23	9	± 0	9		
	nc				7	24	10		10		
PD 4				1	8	25	11	8	11	PD	5
PD 5	MOTOR-LINKS			1	10	27	12	9	12	PD	6
PD 6	MOTOR-RECHTS			1	11	28	13	11	13	PD	7
PB 0	VLOER-ACHTER	bit0	ra	0	9	26	14	12	14	ΡB	0
PB 1	VLOER-RECHTS	bit1	rm	0	12	13	15	13	15	ΡB	1
PB 2	RECHTS-OPZIJ	bit2	rm	0	13	12	16	14	16	ΡB	2
PB 3	RECHTS-VOOR	bit3	rv	0	14	11	17	15	17	ΡB	3
PB 4	ACHTER	bit4	la	0	15	10	18	16	18	ΡB	4
	nc				16	9	19		19	ΡB	5
	nc				NC		20		20		
	nc				NC		21		21		
	Gnd				NC		22		22		
PB 5	VLOER-LINKS	bit5	lm	0	17	8	23	17	23	PC	0
PB 6	LINKS-OPZIJ	bit6	lm	0	18	7	24	18	24	PC	1
PB 7	LINKS-VOOR	bit7	lv	0	19	6	25	19	25	PC	2
	nc				20	5	26		26	PC	3
	nc				21	4	27		27	PC	4
	nc				22	3	28		28	PC	5
Px2313	noort e	n hit v	an de	AT9	08231	3-cor	ntrole	er			
	poorte							· • · · ·			

PX2313	poort en bit van de A19082313-controler
POS	ra = rechtsachter, lm = linksmidden, lv = linksvoor
DIR	richtingsbit van een pen: $0 = $ lezen, $1 = $ schrijven
ST	connector op de hoofdprint van Ushi
K	connector in het schema van de hoofdprint
Р	pen van de opsteekprint
2313	pen van de AT90S2313-controler op de opsteekprint
4433	pen van de AT90S4433-controler op de opsteekprint
Px4433	poort en bit van de AT90S4433-controler

Voorbeeld:

Op bit 0 van de logische poort PB van de AT90S2313 zit de vloersensor van de staartprint. Deze is verbonden met led bit0 die rechtsachter op de hoofdprint zit. De pen staat op 'lezen', want DIR = 0. Het datasnoertje van deze sensor moet aangesloten worden op connector ST9 van de hoofdprint, dat is K26 in het schema van de hoofdprint, zie figuur 11. Het is pen 14 van de processormodule, onafhankelijk van het type microcontroller. Het is de fysieke pen 12 van de AT90S2313 of pen 14 van de AT90S4433. Bij een AT90S4433 zou deze sensor ook verbonden zijn met bit 0 van de logisch poort PB.

In onderstaand schema staan de connectornummers van de hoofdprint zoals ze ook op de Ushi staan: connector ST1 ligt tegenover connector ST22, ST2 tegenover ST21 enzovoorts.

In dit schema staat de basisconfiguratie van de Ushi. *Aanbevolen* plaatsen voor sensoren zijn *cursief* aangegeven, **vaste** plaatsen zijn **vet** aangegeven. De ontvanger kan alleen op connector ST3 of ST4 geplaatst worden, omdat hier de externe interrupts van de controller zitten.

01 PD0	afstand-data	22 NC
02 PD1	afstand-control	21 NC
03 PD2	zender	20 NC
04 PD3	ontvanger	19 PB7 led07 lv + bumper lv
05 NC		18 PB6 led06 lm + bumper lz
		17 PB5 led05 lm + $vloer l$
06 NC		
07 NC		16 NC
08 PD4	vrij	15 PB4 led04 la + $bumper a + led$
09 PB0	led00 ra + $vloer a$	14 PB3 led03 rv + bumper rv
10 PD5	motor <i>l</i>	13 PB2 led02 rm + bumper rz
11 PD6	motor r	12 PB1 led01 rm + vloer r

APPENDIX B

BOKJE

Tijdens het testen van de Ushi is het makkelijk wanneer deze op een bokje staat waardoor de wielen de vloer niet raken. Dit is de bouwtekening van zo'n bokje. De dikte van het hout is niet zo belangrijk als het maar niet te dun is.



Fig. 59 De onderdelen waaruit het bokje opgebouwd wordt.

APPENDIX C

OMBOUW VAN SERVO TOT MOTOR

Om de Carson servo als aandrijfmotor voor de robot te kunnen gebruiken moet deze eerst worden omgebouwd. Stap voor stap wordt de ombouw van servo tot aandrijfmotor beschreven. Op internet zijn veel sites te vinden die de beschrijving van een vergelijkbare ombouw met foto's toelichten.

Onderdelenlijst

 $\begin{array}{l} \text{2x Carson 13374-B servo} \\ \text{4x miniatuur weerstand 2,2 k} \\ \text{2x potmeter 500 } \Omega \text{ 5 mm} \end{array}$

- Schroef de stuurplaat los van de servo als die gemonteerd is.
- Draai de vier schroeven aan de onderkant van de behuizing los en open de behuizing door het deksel aan de onderkant er af te halen.
- Haal de dekplaat van het servohuis. De tandwielen komen hierdoor bloot te liggen.
- Haal het aandrijftandwiel er uit, pas op dat je de tandwielen en asjes niet kwijtraakt! Bewaar alle losgekomen onderdelen en noteer hoe ze gemonteerd zaten.
- Neem de print uit het servohuis, de motor zit erop gesoldeerd. Haal de potmeter voorzichtig los door de uitstekende potmeteras op de tafel te drukken en de klemmen aan de binnenzijde opzij te duwen, voorzichtig! De servo is nu gereed voor ombouw.
- Open de potmeter door de lippen open te buigen, knip de lippen daarna kort af. Verwijder daarna de verende contacten uit de potmeter.
- Knip de draden naar de potmeter ongeveer halverweg door en sla de nok in het potmeterhuis voorzichtig plat. Ondersteun de potmeter hierbij zodanig dat hij niet kan vervormen.
- Monteer de resten van het potmeterhuis weer op zijn oude plek.
- Verwijder de nok op het aandrijftandwiel zeer voorzichtig met behulp van een klein zaagje en een scherp mes.
- Soldeer de twee weerstanden rechtop op de plaats van de zwarte en de witte draad. Buig de draad van de weerstand die het verst van de motor zit naar de ander toe. De potmeter valt zo in de ruimte tussen de motor en de gesloopte, ingebouwde potmeter. Knip de draden op 8 mm af en soldeer de liggende of staande potmeter van 500 Ω met de voorste pootjes vast. Maak de rode draad op lengte en soldeer die op de loper van de potmeter. Dit is het achterste pootje. Zorg ervoor dat de potmeter precies boven de andere onderdelen zit en niet buiten de print uitsteekt.
- Boor een gat van 3,5 mm in het motorhuis ter hoogte van de potmeter. Dit gat zit ongeveer 17 mm van de zijkant en 17 mm van de onderkant af, zonder deksel.
- Doe de print weer voorzichtig in het servohuis terug en schroef deze dicht. Let op dat de draden nergens klem zitten. De instelsleuf van de nieuwe potmeter moet door het gat bereikbaar zijn. Pas het gat enigzins aan als dat niet zo is.
- Bouw de tweede servo op dezelfde manier om, maar soldeer ook de motor los, draai hem 180° en soldeer hem weer vast. Zorg ervoor dat de potmeter aan de andere kant van de behuizing geplaatst wordt door de draden van de weerstanden daar naartoe te buigen. Ook hier zorgen we ervoor dat de potmeter in de ruimte tussen de motor en de gesloopte, ingebouwde potmeter valt.

APPENDIX D LISTING USHIO-1.FRT

_____ \ LANGUAGE
 AVR ByteForth vsn 2.00
 \ PROJECT
 C Ushi versie 3 \ DESCRIPTION : Simpele autonome en spelletjes robot \ CATEGORY : Applicatie, afmeting: 618 bytes. \ AUTHOR : Willem Ouwerkerk, February 07, 2001 \ LAST CHANGE : Willem Ouwerkerk, November 17, 2002 \ -----\ 90S2313 \ Selecteer target $\ Laad cpu specifiek deel$ \ NEEDS TARGET.FRT \ here NEEDS RANDOM.FRT \ Gebruik random generator PORTB SFR PB \ I/O-poorten v/d AT90S2313 PORTD SFR PD \ Bit-i/o bezetting v/d AT90S2313 DDRx ST(ekker) PORTB 0 BIT-SFR VLOER-ACHTER \ 0 9 PORTB 1 BIT-SFR VLOER-RECHTS \ 0 12 PORTB 2 BIT-SFR RECHTS-OPZIJ \ 0 13 PORTB 3 BIT-SFR RECHTS-VOOR \ 0 14 \ 0 PORTB 4 BIT-SFR ACHTER 15 \ 0 PORTB 5 BIT-SFR VLOER-LINKS 17 PORTB 6 BIT-SFR LINKS-OPZIJ \ 0 18 \ 0 PORTB 7 BIT-SFR LINKS-VOOR 19 \ U \ 1 1 PORTD 0 BIT-SFR GP2-DATA 1 GP2 of USA ingang 2 GP2 of USA uitgang PORTD 1 BIT-SFR GP2-CONTROL \ 1 \ 0 3 4 PORTD 2 BIT-SFR ZEND RC5-uitgang PIND 3 BIT-SFR ONTVANG RC5-ingang PORTD 4 BIT-SFR RESERVE \ 1 8 $\setminus 1$ PORTD 5 BIT-SFR MOTOR-LINKS 10 \ 1 PORTD 6 BIT-SFR MOTOR-RECHTS 11 \ Ring- of tafelrand-detectie \setminus Als er geen tafel meer is, dan is +n = 0, rand-achter is bit-0, \ rand-linksvoor is bit-1, rand-rechtsvoor is bit-2 MACRO: TAFELRAND (-- +n) FROM VLOER-RECHTS 4 AND FROM VLOER-LINKS 2 AND OR FROM VLOER-ACHTER 1 AND OR \ True als de tafelrand is gesignaleerd ! MACRO: TAFELRAND? (-- vlag) TAFELRAND 0 <> ; \setminus Als er geen ring is dan is +n = 0, ring-achter is bit-0, \ ring-linksvoor is bit-1, rechtsvoor is bit-2 MACRO: VLOER (-- +n) FROM VLOER-RECHTS 0= 4 AND FROM VLOER-LINKS 0= 2 AND OR FROM VLOER-ACHTER 0= 1 AND OR \ True als een van de drie ringdetectors af gaat. MACRO: VLOER? (-- vlag) VLOER 0 <> ;

```
\ Bumpers rondom
\ Als er geen bumper ingedrukt is is +n= 0
\ Bit-0 = rechts-voor, bit-1 = rechts opzij
\ Bit-2 = links-voor, bit-3 = links opzij
\setminus Bit-4 = bumper achterkant
    FROM ACHTER 0= 16 AM
: GESTOTEN
                        16 AND
    FROM LINKS-OPZIJ 0= 8 AND
                                  OR
    FROM LINKS-VOOR 0= 4 AND
                                  OR
    FROM RECHTS-OPZIJ 0= 2 AND
                                  OR
    FROM RECHTS-VOOR 0= 1 AND
                                  OR
\ True als een van de vijf bumperschakelaars ingedrukt is.
MACRO: GESTOTEN? ( -- vlag )
    GESTOTEN 0 <>
    ;
\ GP2D02 sensor om afstand te meten
MACRO: VOLGEND-BIT ( x1 -- x2 ) \ Lees een databit
SET GP2-CONTROL 1 /MS CLEAR GP2-CONTROL
    1 /MS 2* FROM GP2-DATA 0= 1 AND OR
\ Geef afstand tot een object aan (lager is dichterbij).
\ Een meting duurt ongeveer 75 milliseconden.
: AFSTAND ( -- afstand ) \ Lees afstand uit GP2D02 sensor
    SET GP2-DATA CLEAR GP2-CONTROL \setminus activeer sensor en
    70 MS
                                      \ \ wacht even
    0 8 FOR
                                      \ begingetallen op de stack, neem
       VOLGEND-BIT
                                      \ acht maal een bit op
    NEXT
    SET GP2-CONTROL 2 MS
                                      \ deactiveer sensor
    ;
\ Pulsbreedte regeling voor twee omgebouwde servomotoren
\setminus 0 = rechter motor 1 = linker motor
\ 832. 832. 4 CONSTANTS STILSTAND#
\ 764. 764. 4 CONSTANTS STILSTAND#
                                        \setminus Puls +- 1,7 ms (oude HS300)
                                        \ Puls +- 1,5 ms (nieuwe HS300)
  700. 700. 4 CONSTANTS STILSTAND#
                                       \setminus Puls +- 1,4 ms (Carlson servo )
2 VARIABLES RICHTING
                                      \ Onthoud draairichting
REGISTER TEMPO
REGISTER SERVO#
0 CONSTANT ||
                                      \ Bewegingsrichtingen
-1 CONSTANT
1 CONSTANT <-
0 CONSTANT RECHTER
                                      \ Motoraanduiding
1 CONSTANT LINKER
CODE SETUP-MOTOR
                     ( -- )
                                      \ Zet hardware voor servo aansturing
    ADR SERVO# CLR,
                                      \ Begin bij servo-0
    R16 $80 LDI,
                                      \ Timer-1 interrupt aan
    TIMSK R16 OUT,
    R16 2 LDI,
                                      \ Prescaler= (deel cpu klok door) 8
    TCCR1B R16 OUT,
    R16 -10 LDI,
                                      \ Zet iets in het timer-1 register
    TCNT1H R16 OUT,
    TCNT1L R16 OUT,
( ) SEI,
   RET,
END-CODE
```

```
\ Zet de draairichting van de linker of rechter motor.
\setminus De pulsbreedte is regelbaar van 1.6 ms tot 1.8 ms,
\ dat is van vol achteruit tot vol vooruit.
MACRO: MOTOR
                         ( pulsbreedte motor# -- )
   TO RICHTING
    ;
\ Enkele timers voor Ushi
REGISTER TIK1
                                      \ Tel 20 ms tik
                                     \ Tel 100 ms tik
\ Tel 1/10 seconden
REGISTER TIK2
REGISTER TELLER1
REGISTER TELLER2
VARIABLE TELLER3
                                     \ Tel seconden
VARIABLE TELLER4
CODE TIMERS
                   ( -- )
                                    \ Verzorg de tijd voor Ushi
    ADR TIK1 DEC,
    ZER IF,
        R16 5 LDI,
        ADR TIK1 R16 MOV,
        ADR TELLER1 INC,
                                     \setminus Tel van 0 tot 25,5 sec.
        ADR TELLER2 INC,
        ADR TIK2 DEC,
        ZER IF,
                                     \ Een sec. verstreken ?
            R16 10 LDI,
            ADR TIK2 R16 MOV,
                                     \setminus Tel van 0 tot 255 sec.
            R16 ADR TELLER3 [Y] LD,
            R16 INC,
            ADR TELLER3 [Y] R16 ST,
            R16 ADR TELLER4 [Y] LD,
            R16 INC,
            ADR TELLER4 [Y] R16 ST,
        THEN,
    THEN,
    RET.
END-CODE
CODE SERVO-EXIT
                    ( -- )
                                      \ 13 ticks
                                     \ Zet pulslengte (time-out tijd)
    TCNT1H R17 OUT,
    TCNT1L R16 OUT,
    ADR SERVO# INC,
                                     \ Naar volgende servo
                                     \ Herstel status register
    SREG R18 OUT,
    R18 POP,
                                     \ en gebruikte registers
    R17 POP,
    R16 POP,
    RETI,
END-CODE
\ De interrupt gebruikt 10.900 cycles is ~ 0.3 % cpu tijd.
\ Nu wordt runtime de pulsbreedte (lees timerwaarde) uitgerekend.
CODE SERVO-INT
                 ( -- )
    R16 PUSH,
                                     \ Bewaar te gebruiken registers
    R17 PUSH,
    R18 PUSH,
    R18 SREG IN,
                                      \ en het status register
    R16 ADR SERVO# MOV,
                                     \ Welke servo is aan de beurt
    R16 0 CPI,
    ZER IF,
                                      \ Servo-0
        ADR MOTOR-RECHTS SBI,
                                     \ Puls is hoog
        R17 CLR,
        R16 0 RICHTING LDS,
                                     \ Haal draairichting op
        R16 TST,
        NZR IF,
                                      \ Niet gestopt ?
            R16 ADR TEMPO MOV,
                                      \setminus Ja, haal snelheid op
            ZLE IF,
                                      \ Achteruit, draai teken om
                R16 NEG, R17 0 SBCI,
            THEN,
        THEN,
        R16 1 STILSTAND# SUBI,
                                     \ Maak timer waarde
        R17 0 STILSTAND# SBCI,
```

```
' SERVO-EXIT GJMP,
                                    \ 15+13=28
    THEN,
    R16 1 CPI,
    ZER IF,
                                     \ Servo-1
       ADR MOTOR-RECHTS CBI,
        ADR MOTOR-LINKS SBI,
       R17 CLR,
       R16 1 RICHTING LDS,
                                  \ Haal draairichting op
        R16 TST,
        NZR IF,
                                     \ Niet gestopt ?
            R16 ADR TEMPO MOV,
                                    \ Ja, haal snelheid op
            ZLE IF,
                                     \ Achteruit, draai teken om
             R16 NEG, R17 0 SBCI,
           THEN,
        THEN,
        R16 3 STILSTAND# SUBI,
                                   ∖ Maak timer waarde
        R17 2 STILSTAND# SBCI,
        ' SERVO-EXIT GJMP,
                                     \ 20+13=33
    THEN,
    ADR MOTOR-LINKS CBI,
    ' TIMERS GCALL,
   R16 SER,
                                     \ Begin weer bij het begin
   ADR SERVO# R16 MOV,
    R16 -8500. DROP LDI,
   R17 -8500. NIP LDI,
   ' SERVO-EXIT GJMP,
                                    \ 32+13=45
END-CODE T1-OVERFLOW
\ Snelheidsregeling en bewegingsrichting
                   ( snelheid -- )
: SNELHEID
    80 UMIN TO TEMPO
    ;
\ Stop beide motoren door een puls van ongev. 1.7 ms.
    TOP ( -- )
|| RECHTER MOTOR || LINKER MOTOR
: STOP
    ;
: VOORUIT
                   ( -- )
   -> RECHTER MOTOR -> LINKER MOTOR
: ACHTERUIT ( -- )
<- RECHTER MOTOR <- LINKER MOTOR
    ;
: RECHTS
                    ( -- )
   || RECHTER MOTOR -> LINKER MOTOR
: LINKS
   INKS ( -- )
-> RECHTER MOTOR || LINKER MOTOR
: RECHTSOM
                ( -- )
    <- RECHTER MOTOR -> LINKER MOTOR
    ;
: LINKSOM
                   ( -- )
    -> RECHTER MOTOR <- LINKER MOTOR
\ Hier komt de RC5 zender/decoder (lichtgewicht-sumo & tikkertje)
INCLUDE RC5a.FRT
INCLUDE RC5ZEND.FRT
\ Hier komt de stappenteller voor twee motoren (doolhof)
```

Appendix D

```
\ Hier komt de zijgang detectie (doolhof)
\ Initialiseer de I/O poorten
MACRO: SETUP-USHI ( -- )
   $00 SETDIR PB $76 SETDIR PD ( Zet richting van I/O )
   $FF TO PB $FF TO PD ( Activeer alle pullups )
   SETUP-MOTOR SETUP-RANDOM SETUP-RC
   5 TO TIK1 10 TO TIK2
   ;
   here 2swap d- d.
```

(Einde)

APPENDIX E LISTING USHI4IR.FRT

 \ LANGUAGE : AVR ByteForth vsn 2.00
 \ PROJECT : Ushi mijn robot belofte voor de HCC Forth gg \ DESCRIPTION : Ushi-3 als kleine autonome robot 4 MHz versie \ CATEGORY : Applicatie, afmeting: 1218 bytes. \ AUTHOR : Willem Ouwerkerk, Februari 07, 2001 \ LAST CHANGE : Willem Ouwerkerk, August 18, 2003 \ _____ 90S2313 \ Selecteer target NEEDS TARGET.FRT \ Laad cpu specifiek deel 7 8 8 MEMORY \ Strip geheugengebruik 4 SET-CRYSTAL \ Gebruik 4 MHz kristal NEEDS MS.FRT \ Laad geschikte MS versie INCLUDE USHIO-1.FRT \ Laad basis Ushi-I/O routines DOC over het aansluiten van de kabeltjes Deze tabel geldt voor Ushi met een 90S2313 of 89Cx051 22 - NC 21 - NC 1 - GP2 data 2 - GP2 control 20 - NC 3 - IR zender 4 - IR ontvanger 19 - Bumper linksvoor 5 - NC 18 - Bumper linksopzij 6 - NC 17 - Vloer links 7 - NC 16 - NC 8 - Reserve 15 - Bumper achter 14 - Bumper rechtsvoor 9 - Vloer achter 13 - Bumper rechtsopzij 10 - Motor links 11 - Motor rechts 12 - Vloer rechts ENDDOC \ Wachtlussen : 100MS (tijd --) FOR 100 MS NEXT ; \ Wacht even maar stop als de tafelrand gezien is of de \ bumper aan de achterkant ingedrukt is. /SEC (tijd --) : FOR TAFELRAND? ACHTER 0= OR IF UNNEXT STOP EXIT THEN 100 MS NEXT ; : SEC (sec --) FOR 10 /SEC NEXT ; : DRAAI (u*100ms --) 2 CHOOSE IF RECHTSOM ELSE LINKSOM THEN /SEC \ Maak ontwijk beweging van u maal 100 millisec. naar links of rechts. (u*100ms --) : KEEROM ACHTERUIT 1 SEC DRAAI ;

```
\ Rij niet van de tafel af !!
: DRAAIWEG ( -- )
    TAFELRAND
                BEGIN-SELECT
         SELECT 6 ACHTERUIT
                                 4 100MS 8 KEEROM EXIT
         SELECT 4 ACHTERUIT 8 100MS LINKS EXIT
SELECT 2 ACHTERUIT 8 100MS RECHTS EXIT
SELECT 1 VOORUIT EXIT
    END-SELECT
    ;
\ Probeer bij de tafelrand weg te komen, lukt dat niet, zet de
\ robot dan stil. Hier wordt een kale vertragings-routine
\ gebruikt omdat er een tafelrand stop in /SEC en SEC gebouwd zit.
                       ( -- )
: ONTSNAP
    DRAAIWEG 10 100MS
    TAFELRAND? IF DRAAIWEG 6 100MS THEN
BEGIN TAFELRAND? WHILE STOP REPEAT
    :
\ Maak een uitwijk beweging na je te hebben gestoten.
: ONTWIJK
                      ( -- )
    GESTOTEN 16 = IF VOORUIT EXIT
GESTOTEN 5 = IF 15 KEEROM EXIT
GESTOTEN 3 AND IF LINKSOM EXIT
                                               THEN
                                               THEN
                                               THEN
    GESTOTEN 12 AND IF RECHTSOM EXIT
                                              THEN
    ;
: BEWEEG
                       ( -- )
    TAFELRAND? IF ONTSNAP EXIT THEN
    GESTOTEN? IF ONTWIJK 10 /SEC EXIT THEN AFSTAND 80 U< IF 10 DRAAI EXIT THEN
    VOORUTT
: HARDER
                       ( -- )
    FROM TEMPO 2 + SNELHEID
: ZACHTER
                       ( -- )
    FROM TEMPO 2 - 0 MAX SNELHEID
    ;
FLAG STOP?
: START/STOP
                       ( -- )
    STOP? IF STOP ELSE VOORUIT THEN TOGGLE STOP?
    ;
: SKIP-RCKEY
                       ( -- )
    150 MS RCKEY? IF RCKEY DROP THEN
: AUTONOOM
                      ( -- )
    BEGIN BEWEEG RCKEY? UNTIL
    ;
: AFSTANDBEDIENING ( -- )
    RCKEY SKIP-RCKEY
    BEGIN-SELECT
                                               \ Aan/Uit toets RC5
         SELECT 12 AUTONOOM EXIT
         SELECT 13 START/STOP EXIT
                                               \ Geluid aan/uit RC5
        SELECT 16 HARDER EXIT
SELECT 17 ZACHTER EXIT
SELECT 32 RECHTSOM EXIT
SELECT 33 LINKSOM EXIT
                                              \ Volume + RC5
                                              \ Volume - RC5
                                              \ Kanaal + RC5
                                             \ Kanaal - RC5
    END-SELECT
    ;
```

```
\ Leef een wild en genadeloos leven maar wacht
\ eerst op toestemming daartoe.
: LEEF ( -- )
SETUP SETUP-USHI 40 SNELHEID STOP
BEGIN
RCKEY? IF AFSTANDBEDIENING THEN
TAFELRAND? IF STOP THEN
AGAIN
; MAIN
```

(Einde)