Die ontwikkeling van 'n opleidingsmikrobeheerder vir nie-elektroniese ingenieurs

A.J. Lubbe
Departement Bedryfs- en Sisteemingenieurswese, Universiteit van Pretoria, Pretoria, 0002

Ontvang 31 Oktober 1996; aanvaar 27 Julie 1997

Uittreksel

Tydens opleiding van Bedryfsingenieurstudente aan die Universiteit van Pretoria is gevind dat geskikte mikrobeheerderstelsels, vir die opleiding van nie-elektroniese ingenieurs in die gebruik van mikrobeheerders, nie plaaslik beskikbaar is nie. 'n Mikrobeheerderstelsel wat aan die unieke opleidingsbehoeftes van nie-elektroniese ingenieurs voldoen, is ontwikkel. Die stelsels is tydens opleiding aan studente beskikbaar gestel en na gebruik van twee jaar is die ontwerp hersien om die leemtes wat uitgewys is, reg te stel. 'n Sagtewarebeheerprogram is ontwikkel wat die verskillende programme wat nodig is om die mikrobeheerder te programmeer, in een program saamtrek. Sagteware is ook geskryf vir die beheerder wat kommunikasieprotokol tussen die persoonlike rekenaar en die mikrobeheerder behartig.

Die mikrobeheerder is reeds in verskeie studenteprojekte gebruik waarmee gedemonstreer is dat die beheerder geskik is vir die ontwikkeling van masjiene wat sonder toesig kan produseer. Die stelsel is gebruikersvriendelik en as baie betroubaar bewys.

Abstract

The development of a training micro controller for non-electronic engineers

During training of Industrial engineering students at the University of Pretoria it was realized that no suitable micro controller system for the training of non-electronic engineers in the application of micro controllers was locally available. A micro controller system which complies with the unique training requirements of non-electronic engineers was developed. The systems were made available to the students during training and after two years in use, the design was revised and the deficiencies corrected. A software control programme was developed that combines into one, all the different programmes needed to programme the micro controller. Software was also written for the controller which handles the communication protocol between the personal computer and the micro controller.

The micro controller system was used in numerous student projects and it was demonstrated that the controller is suitable for the development of machines that can operate without human supervision. The system is user friendly and has proved to be very reliable.

1. INLEIDING

1.1 Die nodigheid vir die ontwikkeling van 'n mikrobeheerder vir nie-elektroniese ingenieurs

1.1.1 Daar word algemeen aanvaar dat mikrobeheerders uitsluitlik binne die veld van die elektroniese ingenieur val. Elektroniese ingenieurs word egter, veral met die oog op massaproduksie, opgelei om elektroniese toerusting te ontwerp en te bou en nie soseer in die toepassing van die toerusting nie.

Een belangrike toepassingsveld vir die mikrobeheerder is in die vervaardigingsbedryf waar onbeperkte moontlikhede bestaan vir die gebruik van mikrobeheerders. Alleenlik 'n gebrek aan kundigheid verhoed dat die mikrobeheerder op groot skaal in hierdie bedryf toepassing vind. Kundige bedryfsingenieurs, byvoorbeeld, sal ideaal geskik wees om hierdie moontlikhede raak te sien en in samewerking met elektroniese ingenieurs mikrobeheerders in stelsels in te bou.

Suid-Afrikaanse vervaardigers kan baie meer kompeterend op wêreldmarkte meeding indien hulle nie slegs gedurende een skof produseer nie, maar ook die tweede en derde skofte gebruik. Werkers verkies oor die algemeen om nie nagskof te werk nie, maar die probleem kan ondervang word deur masjiene meer "intelligent" te maak deur dit rekenaarbeheerd of mikrobeheerd te maak. Sulke masjiene kan gedurende die dag geprogrammeer word om in die nag met baie min menslike toesig te produseer. Hierdie tipe outomatisasie skep werk en skakel nie werkers uit nie.

1.1.2 Opleidingsmikrobeheerders vir elektroniese ingenieurs verskil van stelsels wat vir die opleiding van ander ingenieurs gebruik word. Van die elektroniese ingenieurs word verwag om 'n groot verskeidenheid beheerfunksies (soos vir netwerke, elektroniese tydskakeling, ens.) met die beheerder te kan verrig terwyl die nie-elektroniese ingenieur meestal in bewegings- en prosesbeheer geïnteresseerd is. Die meeste van die funksies wat nie-elektroniese ingenieurs nodig het, kan op 'n enkele gedruktebaan-bord aangebring word terwyl die meeste opleidingsmikrobeheerderstelsels vir elektroniese ingenieurs uit los komponente bestaan wat geïntegreer moet word.

1.1.3 Nie-elektroniese ingenieurs word nie opgelei om kommunikasie tussen die mikrobeheerder en die persoonlike rekenaar te bewerkstellig nie en daarom moet kommunikasie- en ontwikkelingsagteware vir hierdie ingenieurs as 'n geïntegreerde deel met die beheerder voorsien word.

1.2 Die nodigheid vir die ontwikkeling van 'n Suid-Afrikaanse mikrobeheerder

1.2.1 Daar is verskeie mikrobeheerder-opleidingstelsels wêreldwyd beskikbaar, maar die meeste is ontwerp met die elektroniese ingenieur in gedagte. Daar is geen stelsel gevind wat aan al die vereistes vir die opleiding van byvoorbeeld bedryfsingenieurs voldoen nie.

1.2.2 Bestaande ingevoerde stelsels wat in die Departement Bedryfsingenieurswese aan die Universiteit van Pretoria gebruik is, het feitlik geen ondersteuningsdiens gehad nie en plaaslike onderhoud op die stelsels was onbekombaar. Dit is onprakties om foutiewe stelsels oorsee te stuur vir onderhoud.

1.2.3 Mikrobeheerders wat tans byvoorbeeld in mikrogolfoonde en in die motornywerheid vir die beheer van enjinfunksies gebruik word, word almal ingevoer. 'n Belangrike rede hiervoor is dat alleenlik stelsels wat reeds bewys het dat dit betroubaar is in sulke stelsels ingebou word. Die enigste manier om 'n plaaslike stelsel se betroubaarheid te bewys, is om dit aan die mark bloot te stel en verbeteringe aan te bring totdat 'n aanvaarbare betroubare stelsel ontwikkel is.

2. KEUSE VAN DIE MIKROBEHEERDER

Een van die tegniese karakteristieke waarvolgens mikrobeheerders geklassifiseer word, is die wydte van die interne registers wat gewoonlik 4, 8 of 16 bisse is. Vier-bis-beheerders word normaalweg slegs vir baie spesiale toepassings gebruik, terwyl 16-bis-beheerders nog nie algemeen in gebruik is nie.

Die 8-bis 803x/805x-reeks beheerders van Intel is die grootste familie beheerders in die wêreld en die meeste opleidingstelsels maak van beheerders uit hierdie familie gebruik.[1] Die 8-bis wydte van die registers plaas 'n limiet van 255 ASSEMBLER-instruksies[2] op die stelsel en maak dit daarom uiters geskik vir opleidingsdoeleindes.

3. ELEKTRONIESE ONTWERP

As voorbeeld vir die elektroniese en meganiese ontwerp is die SESCOM-stelsel,[3] wat voorheen as opleidingsmikrobeheerder in die Departement Bedryfsingenieurswese beskikbaar was, gebruik. In teenstelling met die SESCOM-stelsel waar die mikrobeheerder en elke afsonderlike funksie, soos skakelaars en liggies, op 'n aparte module ingebou is, word in hierdie stelsel 'n mikrobeheerderbord ontwerp wat in 'n moederbord inprop. Al die funksies soos skakelaars en liggies, invoer-/uitvoerpoorte, vertoonskerm, ens. word op die moederbord ingebou. Dit hou die voordeel in dat die hele stelsel baie kompak is en maklik in beweegbare toepassings soos outomatiesgeleide voertuie (AGV's) ingebou kan word.

Al die gedruktebaan-lyne op die moederbord wat stroom verskaf vir eksterne verbruik, word dik genoeg gedruk om voorsiening te maak vir die verbinding van 'n eksterne 1 A-las.

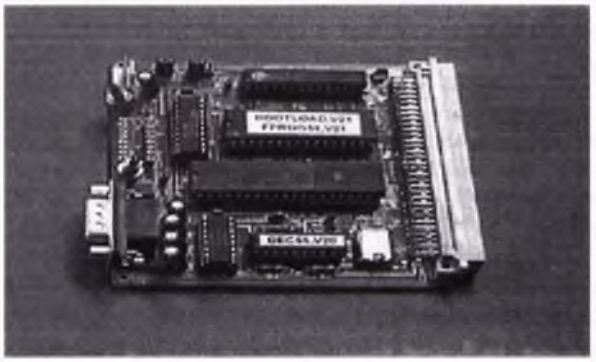
Die rekenaarprogram RANGER[4] is gebruik vir die uitleg van die gedruktebaan-borde.

3.1 Die Beheerder

3.1.1 Geheue

Die 8051-reeks[5] beheerders kan tot 64K grepe in die geheue adresseer. Normaalweg is egter slegs 4K grepe ROM (Read-only-memory) en 128 grepe RAM (Random-access-memory) op die mikrobeheerdervlokkie beskikbaar. Die beheerder word van 64K eksterne ROM en 64K eksterne RAM voorsien. Die ROM word benodig om sagteware wat permanent in die geheue gehou moet word, te stoor en die RAM is nodig vir die stoor van tydelike data.

Vir die ROM word die nuutste EEPROM[2] "Flash-memory" gebruik. Hierdie tipe geheue kan semipermanent geprogrammeer word deur inligting vanaf die RAM daarheen oor te plaas, terwyl 12V in plaas van die normale 5V aan die EEPROM voorsien word. Dit hou die voordeel in dat 'n EPROM-programmeerder vir die inbrand van die program nie nodig is nie. Alle EEPROM's is herprogrammeerbaar.



FIGUUR 1: Mikrobeheerderkaart.

3.1.2 Kragbron

Die mikrobeheerder benodig 'n kragbron van 5V wat gelykstroom van ongeveer 40 mA verskaf. Die kragbron moet egter ook stroom van ongeveer 500 mA aan die moederbord vir die aandryf van klein stapper- en gelykstroommotors verskaf. Benewens die 5V is ook 'n spanning van 12V wat 20 mA kan verskaf vir die programmering van die EEPROM, nodig.

Die kragbron moet teen kortsluiting beskerm word, want studente toets sonder uitsondering of krag beskikbaar is deur die uitlaatpoorte kort te sluit. Die kassie waarin die kragbron beskerm word, moet van 'n skakelaar en 'n liggie, wat aandui of die bron aan- of afgeskakel is, voorsien word.

Met bostaande vereistes in gedagte, is 'n kragbron as 'n afsonderlike eenheid ontwerp en gebou.

Dit is soms nie moontlik om die stelsel aan 'n 220V-bron te koppel nie en voorsiening word op die beheerder gemaak vir die inprop van 'n 6V-battery, asook 'n weerstand waarmee die spanning na 5V verlaag word. Die battery kan nie gebruik word om die EEPROM te programmeer nie.

3.2 Moederbord

Die mikrobeheerderkaart (kyk figuur 1) word gewoonlik nie direk gebruik om ekstern te kommunikeer nie, maar kommunikasie vind deur 'n eksterne kommunikasiemodule plaas. Hierdie beheerder word voorsien van 'n moederbord waarop al die randapparaat aangebring word om die beheerder hardewaregewys gebruikersvriendelik te maak. Die beheerderkaart prop in die moederbord in.

Al die invoerpoorte op die moederbord word opties geïsoleer om die stelsel elektries teen eksterne spanning te beskerm.

3.2.1 Skakelaars en ligte

Die mees basiese beginsels by die gebruik van die mikrobeheerder, naamlik LEES en SKRYF deur die eksterne poorte, word gedemonstreer en kan deur studente ingeoefen word deur die moederbord te voorsien van skakelaars op die agt bisse van een van die invoerpoorte en liggies op die agt bisse van een van die uitvoerpoorte. Hierdie skakelaars en liggies word ook gebruik vir die verduideliking en inoefening van die heksadesimale getallestelsel.

3.2.2 In- en uitvoerpoorte vir die beheer van klein stapper- en gelykstroommotors

Die meeste kommersieel beskikbare stappermotors word beheer met 'n mikrobeheerder en 'n stappermotordrywer wat krag aan

die motor vanaf 'n eksterne kragbron voorsien. Die goedkoopste stappermotordrywer wat tans kommersieel beskikbaar is, kos ongeveer R750. Die basiese beginsels van beheer van stappermotors kan gedemonstreer en ingeoefen word deur een van die uitvoerpoorte van genoegsame stroom te voorsien om klein stappermotors direk aan te dryf. Dit skakel die gebruik van drywers vir opleidingsdoeleindes uit. Voorsiening word gemaak om 'n maksimum van twee unipolêre stappermotors met stroomaanvraag wat nie 500 mA oorskry nie, direk vanaf hierdie uitvoerpoort aan te dryf.

Gelykstroommotors met 'n maksimum stroombereik van 500 mA kan ook vanaf dieselfde uitvoerpoort aangedryf word.

Dit gebeur dikwels dat die behoefte ontstaan om meer as een stappermotor of gelykstroommotor gelyktydig direk vanaf die 500 mA uitvoerpoort aan te dryf en dat nie genoeg stroom hiervoor beskikbaar is nie. Voorsiening word op die moederbord gemaak om 'n stroombruggie te verskuif wat die interne 500 mA stroom afsny en dan kan 'n eksterne kragbron aan die moederbord gekoppel word wat tot 1000 mA stroom aan die motors kan lewer.

3.2.3 5V Invoer-/uitvoerpoorte met 20 mA kringstroom (current loop)

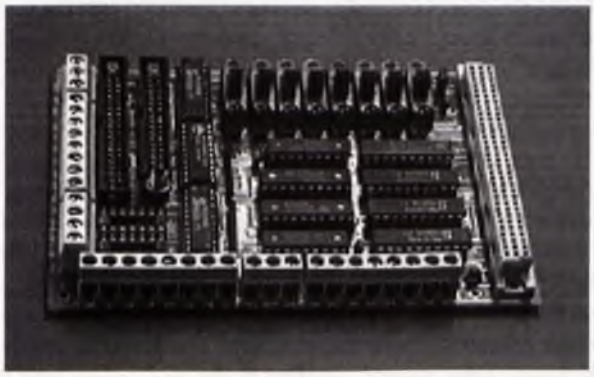
Voorsiening word gemaak vir een eksterne en een interne poort wat transistor-transistor-logika (TTL[8]) aanpasbaar is en wat gebruik kan word om randapparatuur soos analoog- na-digitale omsetters, spraaksintetiseerders, stappermotordrywers, ensovoorts, te koppel.

3.2.4 Vloeikristalvertoonskerm (LCD)

'n Spesiale sok word op die moederbord (kyk figuur 2) aangebring waarmee 'n kommersiële agtkarakter programmeerbare LCD verbind kan word.

3.2.5 Verenigbaarheid

Die SESCOM-opleidingsbeheerder van Scientific Educational Systems beskik oor 'n verskeidenheid modules soos analoog-na-digitale omsetters, spraaksintetiseerders, ens. Die nuwe beheerder word volledig verenigbaar gemaak met die SESCOM-stelsel deur die moederbord te voorsien van 'n verbindingsok waarmee al die modules gekoppel kan word. Voorsiening word gemaak dat die adresse op die verbindingsok ooreenstem met die adresse op die SIMBUS[3] (die bus waaraan al die modules van die SESCOM-stelsel gekoppel word).



FIGUUR 2: Moederbord.

3.3 Stappermotordrywers

Weens die hoë prys van ingevoerde stappermotordrywers (vanaf R750) is besluit om 'n bestaande en betroubare ingevoerde drywer oop te maak en die elektronika te bestudeer. Dit is gevind dat die elektronika-ontwerp reeds gepubliseer is en hierdie ontwerp[6] is sonder verandering gebruik vir die bou van 'n plaaslike drywer. Die voordeel van die plaaslike drywer is dat dit nie geseël is nie en dus herstel kan word. Die koste van 'n drywer wat 2 A per fase kan lewer, is slegs R450.

4. SAGTEWARE

Dit is belangrik dat studente wat die mikrobeheerder gedurende opleiding gebruik, sagteware daarvoor beskikbaar moet hê om op hul persoonlike rekenaars by die huis te laai omdat nie genoeg rekenaarfasiliteite by universiteite vir groot getalle studente beskikbaar gestel kan word nie. 'n Woordverwerker (SHH ED-Texteditor) wat geskik is vir die programmering van ASSEMBLER-programme word gratis op die Internet, adres sverrehu@ifi.uio.no, beskikbaar gestel. Philips stel 'n C-saamsteller (compiler) en 8051-ASSEMBLER met 'n binêr-tot-IntelHex lêervertaler gratis beskikbaar op die Internet by adres ftp.funet.fi in lêer /pub/microprocs/MCS-51/signetics-bbs. Die IntelHex[1] formaat is die standaard wat in die meeste ontwikkelingsisteme gebruik word.

4.1 Sagteware vir die beheerder

4.1.1 Kommunikasie

Programmatuur met RS232-protokol[7] is ontwikkel om kommunikasie tussen die mikrobeheerder en die persoonlike rekenaar (PC) te hanteer. Hierdie programmatuur identifiseer die seriepoort wat op die PC gebruik word, stel die baudtempo en berei die UART[3] binne die beheerder voor vir ontvangs, ensovoorts. Die sagteware asook die adresdefinisies vir die kommunikasie met eksterne eenhede word in die boonste 2K-grepe van die ROM gestoor.

Die gebruiker kan die ROM programmeer sonder om die boonste 2K-grepe te versteur. Hierdie sagteware neem die opstel van kommunikasie tussen die PC en die mikrobeheerder heeltemal weg van die gebruiker. Om kommunikasie tussen die PC en die beheerder te bewerkstellig, is gewoonlik 'n groot kopseer vir nie-elektroniese ingenieurs.

4.1.2 Toetsprogram

Dit is moontlik dat die elektroniese komponente op die moederbord defektief kan raak, en 'n toetsprogram is geskryf wat al die komponente toets. Met hierdie program is dit moontlik om vinnig defektiewe komponente te identifiseer.

4.2 Sagteware vir die persoonlike rekenaar

Van studente word normaalweg verwag om die 8051-ASSEMBLER-taal[2] van die mikrobeheerder te bemeester voordat hoëvlaktale soos BASIC of C gebruik word vir programmering van die beheerder.

'n Kieslysgedrewe rekenaarprogram is vir die PC ontwikkel waarmee al die verskillende opsies vir die programmering van die mikrobeheerder vanaf een skerm beheer word. Die volgende opsies kan vanaf die hoofskerm gekies word.

4.2.1 Redigering

Die gratis verkrygbare SHH ED-Texteditor word gebruik om 8051-ASSEMBLER-programme mee te skryf en te redigeer.

4.2.2 Kommunikasie met die mikrobeheerder

Met hierdie opsie word die kommunikasiekanaal vir die stuur van masjienkode na die mikrobeheerder opgestel.

4.2.3 8051-ASSEMBLER-vertaler

Alle ASSEMBLER-programme moet eers na masjienkode vertaal word alvorens dit na die mikrobeheerder gestuur word. Met die ASSEMBLER-opsie word die gratis verkrygbare 8051-ASSEMBLER-vertaler gebruik om die kode te vertaal.

4.2.4 Vertoon van bronkode

As die bronkode benodig word vir ontfouting, kan die VERTOON-opsie gebruik word om die 8051-ASSEMBLER-program asook die vertaalde bronkode te vertoon.

4.2.5 C-programme

Die C-saamsteltaal wat gratis deur Philips beskikbaar gestel word, word met hierdie opsie geaktiveer. Programme vir die mikrobeheerder kan in 8051-C geskryf, saamgestel en met ander programme verbind word.

5. TOETS EN VERBETERING VAN DIE STELSEL

Vyftien volledige stelsels is gebou en vir twee jaar deur finale-jaarstudente in die Bedryfsingenieurswese gebruik. Die volgende swak plekke en tekortkominge is gedurende hierdie periode opgemerk en verskeie veranderinge is aangebring met die ontwerp van die tweedegenerasie-opleidingsmikrobeheerders.

5.1 Die vernaamste enkele swak plek wat voorgekom het, is die verbindingsok tussen die beheerder en die moederbord wat nie die herhaalde koppeling en ontkoppeling kon hanteer nie en wat uitgeslyt geraak het. Hierdie probleem is reggestel in die nuwe ontwerp deurdat albei eenhede op 'n enkele gedruktebaan-bord gebou word.

5.2 Die oorspronklike ontwerp was oopplan en studente kon alle elektroniese komponente bykom. Kortsluitings is egter veroorsaak deurdat studente metaalvoorwerpe op die borde laat rondlê het. Studente het ook van die elektroniese komponente uit hul sokke verwyder. Die nuwe stelsel word toegebou in 'n kassie en studente het slegs toegang tot skakelaars, poorte, onderbrekers en eksterne verbindingsokke.

5.3 Sommige van die plastiekskakelaars wat gebruik is, het afgebreek en in die nuwe ontwerp word meer robuuste metaalskakelaars gebruik.

5.4 Een belangrike gebrek aan die oorspronklike stelsel was dat geen voorsiening gemaak is om verskeie beheerders in 'n netwerk te kan koppel nie. In gevalle waar meer as een mikrobeheerder gelyktydig moet funksioneer, soos met die beheer van die verskillende asse van 'n robot, is netwerkverbinding 'n vereiste. Die oorspronklike 8031 INTEL-verwerker word in die nuwe eenheid vervang met 'n DALLAS-80C320[9] wat penaanpasbaar met die 8031-verwerker is. The DALLAS-verwerker beskik oor 'n tweede UART wat seriekommunikasie tussen mikro-beheerders moontlik maak.

'n Verdere voordeel wat verkry word deur die gebruik van die DALLAS-verwerker is dat die klokspoed 25MHz is teenoor die 8031 se 11MHz. Die 8031 doen 'n instruksie elke twaalf kloksiklusse en die DALLAS voer elke vier kloksiklusse 'n instruksie uit wat meebring dat die verwerkingspoed ongeveer ses maal vinniger is.

5.5 Klein gelykstroommotortjies wat direk vanaf die uit-laatpoort wat krag voorsien, aangedryf word, kan net in een rigting roteer. Op die nuwe moederbord word die elektronika ingebou wat die stroom se vloeirigting kan verander en sodoende kan die draairigting omgekeer word.

5.6 Dit is gevind dat kommersieel beskikbare 12V-kragbronne goedkoper aangekoop kan word as wat plaaslik gebou kan word. Die nuwe stelsel gebruik so 'n 12V-kragbron en die nodige veranderings is aan die stelsel aangebring om die 12V af te bring na 5V, vir die mikrobeheerder.

Die uitleg van die gedruktebaan-bord vir die nuwe stelsel word beskikbaar gestel op die Internet tuisblad (home page) van die Departement Bedryfsingenieurswese aan die Universiteit van Pretoria. Die adres van hierdie tuisblad is http://maui.ee.up.ac.za/~lubbe/lubbe.htm. Die nuwe stelsel kos ongeveer die helfte van 'n vergelykbare ingevoerde stelsel en word tans vervaardig.

6. TOEPASSINGS

Benewens die gebruik van die mikrobeheerder as opleidings-hulpmiddel, is die beheerder deur finalejaarstudente in die Departemant Bedryfsingenieurswese aan die Universiteit van Pretoria gebruik om 'n groot verskeidenheid projekte te beheer. Slegs 'n paar van die projekte word kortliks bespreek.

6.1 Outomatiese drankbediener

Die drankbediener is 'n elektromeganiese toestel wat deur 'n enkele mikrobeheerder beheer word en wat mengeldrankies volgens bestelling kan voorberei. Die klant maak 'n keuse tussen verskillende alkoholiese dranke soos whisky, rum of brandewyn, kies of dit enkel of dubbel moet wees en selekteer die menger soos byvoorbeeld water, soda of limonade. Die outomatiese drankbediener neem 'n glas uit die glasrak, tap 'n enkel of dubbelsopie uit die verlangde drankbottel, vul die glas met die menger en skuif die gevulde glas met die mengeldrankie aan na die klant.

6.2 Outomatiese droogsuigmasjien vir tennisbane

Na 'n bui reën vorm waterpoele altyd op dieselfde plekke op hardebladtennisbane. Om die bane vinnig te droog, is 'n programmeerbare droogsuigmasjien wat water kan opsuig, ontwikkel. Die droër word heen en weer oor die poele beweeg en die water word opgesuig. As die waterhouer vol raak, word na die kant van die baan beweeg waar die houer leeggepomp word en waarna die droogsuigproses voortgesit kan word. Al die bewegings, insluitende die uitpomp van die water, word in die geheue van die beheerder gestoor en wanneer benodig word, herhaal die droër die bewegings presies om die baan outomaties droog te suig.

6.3 Numeriesbeheerde boormasjien

Om elektroniese komponente op gedruktebaan-borde vas te soldeer, kan honderde gaatjies benodig word waarin die komponente pas. Die koördinaatpunte van die gaatjies word direk afgelaai vanaf die program wat gebruik is om die borde te ontwerp na die geheue van die mikrobeheerder, wat die numeriesbeheerde boormasjien beheer. Die beheerder bereken die kortste roete vir die boorsiklus en die boormasjien boor die gaatjies outomaties.

6.4 Driedimensionele aftaster

Die aftaster maak gebruik van 'n sensitiewe aanrakingsensor wat in reguit snitte oor 'n driedimensionele voorwerp beweeg word. Elke keer as die sensor die voorwerp raak, word die

driedimensionele koördinaatwaardes van die aanrakingspunt in die geheue van die mikrobeheerder gestoor. Aan die einde van elke snit word die koördinaatpunte oorgedra na die hardeskyf van 'n persoonlike rekenaar. Die drie asse van die aftaster word aangedryf deur stappermotors wat deur 'n mikrobeheerder beheer word.

7. GEVOLGTREKKING

Die mikrobeheerder voldoen aan al die unieke vereistes wat vir die opleiding van nie-elektroniese ingenieurs in die gebruik van mikrobeheerders gestel is.

Die beheerder is uiters geskik vir die ontwikkeling van stelsels wat deur mikrobeheerders beheer word. Dit is kompak genoeg om in bewegende stelsels soos bv. die tennisbaandroër ingebou te word, maar die geheue is groot genoeg om die meeste toepassingsprogramme te stoor. Die fasiliteit om verskeie beheerders in 'n netwerk te verbind, vergemaklik die ontwikkeling van komplekse stelsels soos multivryheidsgraadrobotte.

Die sagteware wat ontwikkel is vir die skryf van toepassingsprogrammatuur en vir die hantering van die kommunikasie tussen die persoonlike rekenaar en die beheerder, maak die stelsel baie gebruikersvriendelik. Foute weens die faling van elektroniese komponente kan maklik opgespoor word met behulp van die toetssagteware.

Die Departement Bedryfsingenieurswese aan die National University of Science and Technology in Bulawayo, Zimbabwe het van die beheerders bestel om 'n soortgelyke kursus aan dié universiteit in te stel. Navrae is ook van die Departement Bedryfsingenieurswese aan die Universiteit van Stellenbosch ontvang. Hierdie navrae toon dat daar 'n behoefte aan sodanige beheerders bestaan.

Die meeste probleme is met die toets van die stelsel deur die studente geïdentifiseer en hoë betroubaarheid word van die nuwe stelsel verwag. Omdat die stelsel plaaslik ontwikkel en gebou is, is onderhoud en ondersteuning baie maklik bekombaar.

Summary

A micro controller system was developed with the aim of providing a suitable training system for engineers other than electronic engineers. The system consists of a controller board with two serial ports, one for communication with a personal computer and the other for networking purposes. The controller board also houses 64K bytes of external RAM and 64K bytes of external flash memory (ROM). This controller board is connected to a motherboard with all the peripherals mounted on it that are needed for training purposes.

The controller uses a DALLAS 80C320 microprocessor with a clock speed of 25MHz. The 80C320 is pincompatible with the INTEL 8031 and uses the same ASSEMBLER language. The IntelHex format is the standard for most development systems.

The motherboard houses a set of eight lights and switches, connector blocks for the different input/output ports, a socket for an LCD and a socket to connect other peripherals from the SESCOM training system. All input ports are opto-coupler protected.

A control software programme was developed for personal computers that integrates an editor, on-line ASSEMBLER, up- and downloading of programmes to/from the host computer and an 8051-C compiler. A programme stored in the upper 2K bytes of ROM, handles the communication protocol between the controller and the host computer.

An existing electronic layout for a stepper motor driver was used to build a 2Amp per phase driver locally. Locally available 12V power supplies are used to supply power to the controller and the motherboard.

The training system was used for two years by students who tested it extensively. It was found to be very user friendly and reliable. Because it is now locally manufactured, better backup and maintenance can be provided.

LITERATUURVERWYSINGS

1. Yahya, B. (1995). *Focus on: Micro controller Development Systems*, Elector Electronics, 20-23.
2. Tooley, M. (1993). *PC-Based Instrumentation and Control* (Newnes, London) 135.
3. Nachum, A. (1995). *Principles of Micro controllers with the 8051* (Scientific Educational Systems Ltd., Tel Aviv).
4. Ranger3. (1993). *The Seetrax Ranger PCB design system* (Seetrax CAE Ltd., Portsmouth).
5. Intel. (1983). *Micro controller Handbook* (Intel, Santa Clara).
6. Yahya, B. (1995). *Stepper motor control*, Elector Electronics, 36-39.
7. U.S. Robotics. (1991). *Communications Concepts* (Communications Research Group, Illinois).
8. Hamacher, V.C.,Vranesic, Z.G. (1993). *Computer Organization* (McGraw-Hill, New York).
9. Dallas. (1995). *High speed Micro controller Data Book* (Dallas semiconductors, Texas)