

4 Bouwaanwijzingen

Deze aanwijzingen zijn bestemd voor diegenen die geen (recente) ervaring hebben met het bouwen van elektronische schakelingen, de behandeling van componenten en het gereedschap dat minimaal nodig is. Uitgangspunt is de bouw van kaarten voor het HCCM-systeem met bouwpakketten die daarvoor door de HCCM worden geleverd. Het zelf vervaardigen van printen wordt niet behandeld, daarover is voldoende informatie verkrijgbaar bij de leveranciers van de daarvoor nodige apparatuur.

4.1 Werkomgeving

Wie aan een computergestuurde treinbaan begint beschikt meestal over een ruimte die te klein is voor het gestelde doel. Voor een enigszins comfortabele werkplek blijft dan geen ruimte over en die is toch nodig om te voorkomen dat het bouwen van printen een voortdurende ergernis wordt. Voor het onderbrengen van de componenten, het gereedschap en de documentatie is een vlak horizontaal reflectievrij werkblad met een bladmaat van ongeveer 80 x 150 cm nodig. Een licht gekleurde schone vloer vergemakkelijkt het terug vinden van gevallen componenten! Goede diffuse verlichting voorkomt vermoeide ogen, in professionele werkplaatsen wordt 1000 lux nagestreefd, dat is voor de thuis-situatie wat veel van het goede, 400 lux is een acceptabele waarde. Vermijd het gebruik van puntlichtbronnen zoals halogeenspots, de voorkeur verdient TL- of PL-verlichting in een warme tint. Bij het solderen komen voor de gezondheid schadelijke dampen vrij, bij een paar soldeerverbindingen hoeft daar geen aandacht aan te worden besteed maar op een print komen honderden verbindingen voor en dan is een goede ventilatie of afzuiging van de bij het solderen vrijkomende dampen noodzakelijk.

4.2 Gereedschap

"Goed gereedschap is het halve werk" is een heel oud gezegde, toch wordt op gereedschap vaak bezuinigd. Voor de prijs van een locomotief en een paar rijtuigen is al het nodige gereedschap te koop. Het "normale" gereedschap dat iedere hobbyist wel heeft (schroevendraaiers, buig- en kniptangen) wordt hier niet besproken. Met betrekking tot kniptangen zij slechts opgemerkt dat een *zij-kniptang met draadvang* speciaal voor elektronica werkzaamheden de voorkeur verdient. De draadvang voorkomt het wegspringen van afgeknipte draadeindjes die de neiging hebben altijd op ongewenste plaatsen terecht te komen, bij voorkeur in een niet afgedekt toetsenbord of iets dergelijks.

Verder worden voor de montage van connectoren of hulpschakelingen stukjes printmateriaal gebruikt. Boren en zagen (doorslijpen) van printmateriaal gaat het beste met een *miniboormachine met regelbaar toerental*. Voor dit soort machines is een keur aan boren, frezen, zaag- en (door)slijpschijfjes verkrijgbaar.

Van het grootste deel van de componenten moeten de aansluitdraden voor de montage (haaks) worden gebogen. Voor het eenvoudig op de juiste maat buigen van de aansluitdraden is een *draadbuigmal* aan te bevelen.

IC's worden geleverd met iets naar buiten staande aansluitingen. Dat bemoeilijkt de plaatsing in de IC-voeten. Met een *penuitrichter* kunnen de

aansluitingen eenvoudig in de juiste stand worden gebogen. Daarnaast kan nog de aanschaf van speciaal inzet- en uittrekgereedschap worden overwogen, dat is echter niet noodzakelijk.

Voor het controleren van printen en het lezen van soms wel heel kleine opschriften is een loep onontbeerlijk. Een *hoofdbandloep* heeft als voordeel dat beide handen vrij blijven. Een drievoudige vergroting is voldoende, vaak hebben dergelijke loepen nog een extra zwenkbaar lensje, de scherptediepte daarvan is echter minimaal.

Het vloeibaar maken van het soldeertin gebeurt met een soldeerbout of een soldeerstation. Het verschil tussen beide is dat de stift van een soldeerbout continu wordt verwarmd en die van een soldeerstation naar behoefte. Van een ingeschakelde soldeerbout wordt de stift te heet als hij niet voortdurend wordt gebruikt. De op de stift achter blijvende resten tin en vloeimiddel verbranden en de stift zelf brandt in. Voor de vereiste kwaliteit soldeerwerk is dat niet toelaatbaar, daarom is het gebruik van een *temperatuurgeregeld soldeerstation* onontkoombaar. Het meest bekende merk is Weller. Ersa en Solomon leveren ook prima producten. Van belang is dat de soldeerstift zelf elektrisch gescheiden is van de voedingsspanning (220 V) en dat het station voldoende vermogen levert (60 – 80 W). De temperatuur moet eenvoudig in te stellen zijn tussen circa 150 en 450 °C

Onvermijdelijk moet vroeger of later een soldering ongedaan worden gemaakt, daarvoor is een *desoldeer pomp* nodig. Die bestaat uit een buis met daarin een zuiger die tegen de druk van een veer in naar de zuigmond wordt gedrukt en vergrendeld. Als het te verwijderen tin weer vloeibaar is wordt de zuiger door het drukken op een kop ontgrendeld, de veer trekt de zuiger dan terug en het vloeibare tin wordt opgezogen. Desoldeerpompen zijn in vele uitvoeringen te koop, een *terugstootloos type* verdient de voorkeur. Zoals de naam al aanduidt wordt bij deze uitvoeringen de terugstoot die optreedt als de zuiger aan het eind van zijn slag komt onderdrukt.

Zoals al eerder vermeld zijn de bij het solderen vrijkomende dampen slecht voor de gezondheid. Als de werkplek niet goed kan worden geventileerd verdient de aanschaf van een *dampafzuiger* overweging. In de eenvoudigste vorm bestaan ze uit een ventilator in een behuizing voorzien van een verwisselbaar actief koolstoffilter.

Voor het meten van spanningen, stroomsterkten en weerstanden kan één instrument, een zogenaamde *universeelmeter*, worden gebruikt. Daarvan bestaan talloze uitvoeringen, voorzien van één of meerdere knoppen voor de keuze van het meetbereik. Sommige digitale meters stellen het juiste meetbereik automatisch in, dat wordt autoranging genoemd, handmatig hoeft dan alleen te worden gekozen tussen wissel- en gelijkspanning/stroom.

Voor het meten aan elektronische schakelingen is de ingangsweerstand van belang, een lage ingangsweerstand belast de schakeling waaraan wordt gemeten en dat kan de meetresultaten beïnvloeden. De betere universeelmeters hebben een ingangsweerstand van 10 MΩ of meer.

4.3 Montage

De printkaarten in de bouwpakketten die de HCCM levert hebben vertinde sporen en zijn voorzien van gaatjes voor de montage en de eventuele bevestiging van de componenten.

Hoewel de printkaarten met zorg worden geproduceerd is een controle van de sporen op breuken en dwarssluitingen, dat zijn ongewilde verbindingen tussen naast elkaar liggende sporen, aan te bevelen. Door de printkaart voor een kleine lichtbron te houden worden dwarssluitingen als een dun lijntje zichtbaar. Verwijderen gaat het beste met een scherp mesje. Breuken zijn moeilijk zichtbaar, bij twijfel zit er niets anders op dan het doormeten van verdachte sporen.

4.3.1 Componenten

Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen discrete en geïntegreerde componenten. Discrete componenten hebben één enkele functie, hiertoe behoren weerstanden, condensatoren en (lichtgevende) dioden. Bij condensatoren wordt onderscheid gemaakt naar diëlectricum, dat is de stof die als isolator tussen de geleiders wordt toegepast en die ook in de benaming tot uiting komt (keramisch, polyester, tantaal en elektrolytisch). Belangrijker is dat tantaal- en elektrolytische condensatoren (elco's) potentiaalgevoelig zijn, ze hebben een plus- (anode) en een minaansluiting (kathode), dat geldt ook voor (lichtgevende) dioden. Bij dergelijke componenten is de plusaansluiting te herkennen aan de langere aansluitdraad. Bij elektrolytische condensatoren met axiale aansluitingen (als een as aan beide zijden uit een cilinder stekend) is de minaansluiting te herkennen aan de zwarte ring om de behuizing. Transistoren worden ook tot de discrete componenten gerekend hoewel bij een aantal typen van integratie sprake is, zo bestaan darlingtontransistoren in feite uit twee transistoren en enkele hulpcomponenten in één behuizing. De integratie heeft door de jaren heen een steeds grotere vlucht genomen. Eerst werden meerdere gelijksoortige schakelingen in een gemeenschappelijke behuizing geïntegreerd, zo ontstond de soortnaam IC (van integrated circuit). Daarna werden groepen schakelingen voor het uitvoeren van (eenvoudige) processen samengevoegd tot microprocessors (µP).

De leerboeken "Elektronica" en "Digitale techniek" van A.J. Dirksen (uitgeverij de Muiderkring B.V. te Bussum) verschaffen, indien niet aanwezig, de nodige elementaire kennis van deze materie. Verschillende leveranciers geven catalogi met een schat aan informatie uit.

4.3.2 Plaatsingsvolgorde

Bij printkaarten wordt onderscheid gemaakt tussen de componenten- en de soldeerzijde. Bij enkelzijdige printen is dat onderscheid duidelijk, de printsporen bevinden zich op de soldeerzijde. Bij dubbelzijdige printen liggen, het woord zegt het al, sporen aan beide zijden. De componentenzijde is dan meestal op de kaart aangegeven. Als dat echter niet het geval is moet aan de hand van de tekening van de componentenopstelling eerst worden vastgesteld aan welke zijde de componenten moeten komen.

Om te voorkomen dat de componenten uit de print vallen als die voor het solderen wordt omgedraaid kunnen de aansluitdraden iets worden uitgebogen, niet te ver en zeker niet plat tegen de print. Te ver uitbuigen heeft twee nadelen, een onverhoopt verkeerd geplaatste component is moeilijker te verwijderen en tijdens het solderen kan een sluiting met het naastgelegen printspoor ontstaan



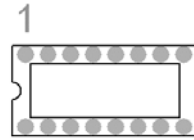
Afbeelding 1
Buigen van de
aansluitdraden

In het algemeen wordt van laag naar hoog gewerkt, eerst worden draadbruggen, dioden en weerstanden geplaatst. De aansluitdraden worden met de buigmal op de juiste steek gebogen. Draadbruggen moeten vaak een grotere afstand overbruggen dan waarvoor de buigmal geschikt is, in die gevallen moet voor het buigen een platbektang worden gebruikt. Het is verstandig componenten soort voor soort en in groepjes van bij voorbeeld vijf te plaatsen en te solderen. Na het solderen kunnen de overbodig geworden aansluitdraden afgeknipt en kan het volgende groepje worden gemonteerd. Vervolgens zijn de hogere componenten zoals axiale (liggende) elco's en IC-voeten aan de beurt en als laatste radiale (staande) elco's en connectoren.

Let op!

Als bepaalde componenten met (een) boutje(s) aan de printkaart moeten worden vast geschroefd moet dat eerst gebeuren, dus vóórdat de verbindingen worden gesoldeerd. Als de component eerst wordt gesoldeerd en daarna vastgeschroefd wordt de soldeerverbinding mechanisch belast, in het ergste geval wordt het printspoor van de printkaart losgetrokken. Een dergelijke beschadiging is nauwelijks goed te herstellen.

Bij het plaatsen van de IC-voeten moet op de juiste positie worden gelet. De IC-voet moet met de inkeping aan de kant van pen 1 worden geplaatst. De



aanzicht soldeerszijde

plaats van pen 1 van het IC is *aan de soldeerszijde* van de printkaart gemerkt. Voor de voet zelf maakt het niet uit hoe hij wordt gemonteerd maar het is gebruikelijk IC's zodanig in de voeten te steken dat de inkepingen in voet en IC overeenkomen. Een verkeerde montage van de voet kan tot een verkeerde montage van het betreffende IC leiden, en daarmee meestal tot het defect raken ervan.

Afbeelding 2
Plaatsing IC-voeten

Het kan soms nodig zijn van de hiervoor omschreven algemene volgorde af te wijken. Bij de beschrijving van elke printkaart worden dan in de paragraaf "bouw" specifieke aanwijzingen gegeven.

4.3.3 Connectoren

Als een kaart in het rek wordt gestoken zorgen de printkaartgeleiders voor een juiste positie van de 31-polige kaartconnector ten opzichte van de connector achter in het rek. Uiteraard moet de connector daarvoor vlak op de kaart liggen. Om dat zeker te stellen verdient het aanbeveling eerst de buitenste pennen (1 en 31) te solderen terwijl de connector goed op de kaart wordt gedrukt en vervolgens een pen in het midden. Als na controle blijkt dat de connector inderdaad vlak op de kaart ligt kunnen de overige pennen worden gesoldeerd.

4.3.4 Solderen

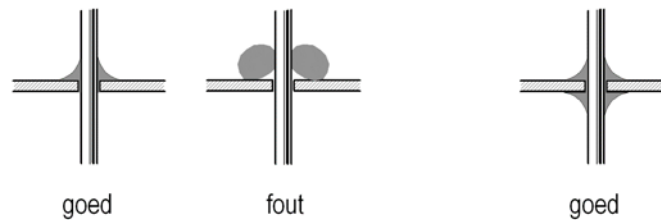
Solderen is in principe het verbinden van twee metalen met behulp van een derde metaal, het soldeertin. In vloeibare vorm hecht het soldeertin aan de te verbinden metalen delen en overbrugt de kleine afstand tussen die delen. Om het solderen sneller te laten verlopen zijn de te verbinden onderdelen, de sporen op de printkaarten zowel als de componenten al bij de productie van een dun laagje tin voorzien.

Soldeertin uit een willekeurige hobbyzaak is bruikbaar voor loodgieterswerk, de smelttemperatuur is circa 240 °C, dat is te hoog voor het solderen van elektronica componenten. Daarvoor moet dun (0,5 – 0,7 mm) *harskernsoldeer* worden gebruikt, bij voorbeeld Fluitin Sn60Pb met een smelttemperatuur van circa 190 °C. Dat betekent niet dat het soldeerstation op die temperatuur moet worden ingesteld. Tussen de plaats waar de temperatuur in de soldeerbout wordt gemeten en de punt waarmee wordt gesoldeerd gaat, afhankelijk van het model van de stift, warmte verloren. Brede printsporen van de rijstroom en de overeenkomstig zware aansluitingen van de darlingtontransistoren voeren de toegevoerde warmte veel sneller af dan een aansluiting van een weerstand aan een smal printspoor en vereisen daarom een wat hogere instelling van de soldeertemperatuur. In het algemeen zullen de beste resultaten worden bereikt met instellingen tussen 220 en 240 °C, de praktijk is de beste leermeester.

De meeste slechte verbindingen ontstaan doordat alleen de aansluitdraad van de te solderen component wordt verhit. Daaraan komt dan een druppel soldeer te hangen die wel op het onderliggende printspoor rust maar daar geen verbinding mee maakt. De temperatuur van het printspoor blijft te laag en het vloeimiddel van het soldeertin kan zijn reinigende werking niet uitvoeren. Een dergelijke slechte verbinding wordt een koude las genoemd, er is nauwelijks sprake van elektrische geleiding.

De juiste manier is eerst warmte toevoeren aan de geleider met de grootste massa, dat is meestal het printspoor. Voor een snelle warmteoverdracht dient wat soldeertin tussen soldeerstift en printspoor aanwezig te zijn. Als het tin over de geleider uitvloeit is de gewenste temperatuur bereikt. Door de soldeer-

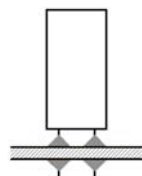
Afbeelding 3
Soldeerverbinding



stift dan ook tegen de aansluitdraad te laten rusten en eventueel nog wat tin toe te voegen zal dat langs de draad omhoog vloeien. Daardoor ontstaat een holle tinspiegel als in afbeelding 3 links is weergegeven, de soldering is dan doorgeloeid en er is een goede elektrische verbinding ontstaan. Als het tin niet is doorgeloeid ligt het tin als een bolle kraag op de soldeerplaats en heeft het een dof uiterlijk, er is dan geen sprake van een betrouwbare verbinding. Opnieuw solderen is de enige remedie, vaak vloeit het al aanwezige tin de tweede keer, als een beetje nieuw tin wordt toegevoegd, wel. Mocht dat onverhoopt niet het geval zijn dan moet het aanwezige tin met de desoldeer-pomp worden verwijderd en moet worden onderzocht waarom de soldering niet vloeit. Bij vertinde printkaarten, zoals die door de HCCM worden geleverd, ligt het niet vloeien waarschijnlijk aan een slecht vertinde en/of vervuilde (vettige) aansluitdraad van de component. Na schoonmaken en eventueel (opnieuw) voorvertinnen moet het mogelijk zijn een goede verbinding tot stand te brengen.

Bij dubbelzijdige printkaarten wordt de verbinding tussen de printsporen aan beide zijden vaak tot stand gebracht door het aanbrengen van een tinfilm in de gaatjes voor de componenten, het zogenaamde *doormetalliseren*. In dat geval hoeven de componenten alleen aan de soldeerzijde te worden gesoldeerd, net als bij enkelzijdige kaarten. Soms wordt voor het doorverbinden gebruik gemaakt van de aansluitdraden van de componenten, die moeten in dat geval aan beide zijden worden gesoldeerd. Om dat mogelijk te maken moeten staande componenten die in principe vlak op de printkaart rusten iets vrij worden gehouden, zoals hiernaast is weergegeven.

Afbeelding 4
Tweezijdig solderen



Als alle onderdelen zijn geplaatst en gesoldeerd kunnen de resten van het soldeerhars met een speciaal oplosmiddel worden verwijderd. Het gebruik van wasbenzine is vanwege het grote brandgevaar sterk te ontraden. Harsresten kunnen weliswaar geen kwaad maar zijn geen fraai gezicht.

4.3.5 Nacontrole

Voordat de IC's in de voeten worden geplaatst dient het soldeerwerk nauwkeurig te worden gecontroleerd, bij voorkeur met een loep. Daarbij moet worden gelet op een holle stand en een glimmend uiterlijk van de solderingen en op onbedoelde verbindingen tussen printsporen en dicht op elkaar gelegen soldeereilanden. Als aan een soldering wordt getwijfeld verdient opnieuw solderen de voorkeur, zie § 4.3.3. Het spreekt vanzelf dat onbedoelde verbindingen moeten worden verwijderd.

4.3.6 Eerste test

Als de nacontrole geen fouten aan het licht heeft gebracht kan de kaart, voordat de IC's worden geplaatst volgens het betreffende schema op de stuurspanning worden aangesloten. Met een voltmeter kan op de IC-voeten

Let op!

worden gecontroleerd of de spanning volgens het schema op de juiste contacten aanwezig is, per voet kunnen dat meerdere pennen zijn.

Vergeet niet na de meting de spanning uit te schakelen en de aansluitdraden te verwijderen! Sluit de pennen waarop de voeding was aangesloten even kort om condensatoren op de kaart te ontladen.

4.3.7 Plaatsing van de IC's

Toen IC's pas in de handel kwamen waren zij zeer gevoelig voor statische elektriciteit. Het simpele oppakken met de blote hand kon al desastreuze gevolgen hebben. Om die te voorkomen werd gebruik gemaakt van anti-statische onderleggers voorzien van een draad met polsbandje dat degene die ging solderen om diende te doen. De IC's werden op antistatisch schuimplastic geleverd en mochten daar pas uit worden gehaald als het schuimplastic in contact met de onderlegger was gebracht. De CMOS-IC's die op de kaarten van de HCCM worden gebruikt zijn gebufferd en daardoor goeddeels ongevoelig voor statische elektriciteit geworden. Dat neemt niet weg dat enige voorzichtigheid op zijn plaats is. IC's dienen pas vlak voor het plaatsen uit de verpakking te worden gehaald. Het spreekt vanzelf dat kaart niet op enigerlei wijze met een spanningsbron verbonden mag zijn.

4.3.8 Slotopmerking

Als de IC's zijn geplaatst is de kaart gereed om eventueel verder te worden getest als in het betreffende informatieblad omschreven. Het is een goede gewoonte kaarten niet "ergens" te laten liggen maar ze bij voorbeeld tijdelijk in een niet aangesloten rek te steken of op een andere wijze te beschermen.