

Fig 10: IPM layout

**Dinamo modelbaan besturing**

**IPM**

**Handleiding**

Auteur: Leon J.A. van Perlo  
 Versie: 1.1  
 Datum: 28 januari 2007

## Release beheer

Deze handleiding is van toepassing op de kit bestaande uit:

- Print
  - IPM Rev00 Mei 2003
  - IPM Rev01 Mei 2006

Deze pagina is opzettelijk leeg

Deze pagina is opzettelijk leeg

## Inhoud

1	Inleiding .....	4
2	Veiligheid .....	5
3	Dimensioneren.....	6
3.1	Trafo .....	6
3.2	Afvlak-elco .....	6
3.3	Eindtransistoren.....	6
3.4	Condensator C11.....	7
3.5	Zekering Z2 .....	7
4	Bouw .....	8
4.1	Benodigheden.....	8
4.2	De print.....	8
4.3	Vermogenstransistoren.....	12
5	Aansluiten.....	13
5.1	Stap 1 – Koppelen van externe componenten .....	13
5.2	Stap 2: Testen en afregelen.....	15
5.3	Stap 3: Aansluiten Dinamo modules .....	16
5.3.1	RM51/TM-H en TM51/TM-H .....	16
5.3.2	CD16 .....	16
5.3.3	PM32 .....	16
5.3.4	OM16/OM32 (parallel) .....	16
5.3.5	OM32 Serial.....	16
5.3.6	Extra accessoires .....	17

## 1 Inleiding

De IPM is bedoeld om je DINAMO bestuurd modelspoorbaan van de juiste voedingsspanningen te voorzien. Deze zijn:

- +5V voor de elektronica (RM51/H, TM51/H en evt OM16)
- +12V voor de TM51/H controller(s)
- Wissel Stuurspanning 16..21V / 3A (instelbaar, stroombegrensd), eventueel ook extern te gebruiken voor ontkoppelrails
- Rijspanning 13..18V / 5..15A (instelbaar, NIET begrensd)

De IPM betreft al deze spanningen uit één enkele (ringkern)trafo van 18V. De 5V wordt hieruit opgewekt door een schakelende converter. Deze is energiezuinig en dissipeert daardoor weinig warmte. De overige spanningen worden op 'traditionele' wijze verkregen.

Enkele componenten voor de totale voeding zitten niet op de print, vanwege de simpele reden dat deze niet geschikt zijn om op een print te monteren. Het betreft:

- Ringkerntrafo 18V/120..350VA
- Bruggelijkrichter 25A
- Afvlakcondensator (beker-elko) 25.000 $\mu$ F .. 40.000 $\mu$ F /35V
- De eindtransistoren voor de rijspanning + koellichaam
- Primaire zekering
- Secundaire zekering
- Netschakelaar

Voor de exacte waarden van deze componenten moet je paragraaf 3 lezen.

In de stukslijst vind je 6 kolommen die aangeven welke componenten je nodig hebt. Bij sommige staat de opmerking "zie handleiding": zie hiervoor paragraaf 3.

Normaliter zul je de IPM bouwen voor alle voedingsspanningen, maar heb je bv al een aparte 5/12V voeding voor de elektronica, dan zou je ook alleen het WSS en RS gedeelte kunnen gebruiken. Wellicht heb je heel veel 5V vermogen nodig (zie paragraaf "aansluiten – stap 3"), dan zou je een extra IPM kunnen nemen waarvan je alleen de 5V gebruikt, of misschien wil je een extra instelbare, gestabiliseerde voedingsspanning tussen 11 en 23V voor een specifieke toepassing of extra ontkoppelrails. Spanningen buiten dit bereik zijn overigens ook te realiseren, maar dan moet je enkele componenten iets aanpassen.

De 4 deelvoedingen zijn feitelijk apart op te bouwen en in de stukslijst vind je welke onderdelen je voor elke functie nodig hebt. Per print heb je nooit meer nodig dan het aantal genoemd in de kolom "Max".

Als je een tweede IPM toepast hoeft je uiteraard niet ook meteen een extra trafo te gebruiken. Je kunt gerust meerdere IPM modules op dezelfde "ruwe" voedingsspanning aansluiten, mits de trafo maar voldoende capaciteit biedt voor het totaal benodigde vermogen.

Bouw je een gedistribueerd Dinamo systeem (vanaf versie 3 wordt dit ook echt goed ondersteund door de communicatiemogelijkheden) dan is het wellicht raadzaam ook meerdere IPM's toe te passen. Je zou bijvoorbeeld meerdere concentratiepunten van apparatuur kunnen plannen die je elk voorziet van een eigen IPM. De ruwe voeding haal je desgewenst uit 1 transformator. Pas in dat laatste geval wel op dat je de ruwe voeding afzekert met een smeltzekering!

de OM32 serial gedistribueerd op dan zul je ook de 5V op de OM32 serial moeten stabiliseren.

### 5.3.6 Extra accessoires

Lampjes van seinen, huisjes, lantaarns, etc kun je (beter) niet voeden uit de IPM. Beter gebruik je hiervoor een aparte voeding. Gewone lampjes voor verlichting kun je voeden met wisselspanning, zolang je ze gewoon met de hand schakelt. Lampjes die je schakelt via de OM16 moet je voeden met een gelijkspanning. Deze hoeft verder niet gestabiliseerd te zijn. Gewoon een trafo met gelijkrichter erachter voldoet.

Ontkoppelrails kun je voeden ofwel met een aparte voeding of met de WSS aansluiting van de IPM. WSS kan 3A leveren. Aannemend dat je wissels max 1,5A gebruiken, blijft er nog 1,5A over voor de ontkoppelrails. Dit is voldoende als je er slechts 1 tegelijkertijd gebruikt. De WSS aansluiting is stroombegrensd en mag je dus zonder extra zekering elders op je baan gebruiken.

### 5.3 Stap 3: Aansluiten Dinamo modules

Je kunt nu de DINAMO modules aansluiten op de IPM.

#### 5.3.1 RM51/TM-H en TM51/TM-H

De details voor het aansluiten van de RM51/H en TM51/H vind je in de betreffende handleidingen van deze modules. Het enige dat ik hier aan toevoeg is dat de GND aansluiting van K1 moet komen op de L-GND (Logic-GND) van de IPM. De GND aansluiting van de montage-ogen komt op de GND van je systeem.

Pin 1 van K1 van de RM51/H komt aan WSS

De pinnen 1 van K1 van de TM51/H modules komt aan RS

De 5V voeding kan 2,5A leveren. Een TM51/H gebruikt een kleine 150mA en de RM51/H tussen 100mA en 500mA, afhankelijk van eventueel parallel aangesloten OM16/OM32 modules. De voeding kan dus als het goed is een vol systeem van een RM51/H + 8 \* TM51/H aan. Op de TM51/H zit een condensator van 100µF (vlak naast de power connector). Deze condensatoren moeten bij het aanzetten van het systeem worden opgeladen. In sommige gevallen heeft de IPM hier wat moeite mee. Als je meer dan 4 TM51/H units in je systeem hebt (en alleen dan) is het daarom verstandig deze condensatoren te vervangen door exemplaren van 47µF

#### 5.3.2 CD16

De CD16 heeft een aansluiting nodig naar de rijspanning RS en GND. De belasting hiervan is klein, dus deze draden mogen relatief dun zijn (bv 0,2 mm<sup>2</sup>). De GND van de CD16 sluit je aan op de GND van je systeem en de +20V van de CD16 op RS.



PAS OP!: Als je de CD16 buiten je besturingssysteem plaatst moet je deze voedingsdraad vanaf de RS aansluiting op de IPM print voorzien van een extra zekering van bv 1A.

#### 5.3.3 PM32

De details voor het aansluiten van de PM32 vind je in de betreffende handleiding van deze modules. Evenals bij de RM51/H dient de GND aansluiting van K1 te moet komen op de L-GND (Logic-GND) van de IPM. De GND aansluiting van de montage-ogen komt op de GND van je systeem.

#### 5.3.4 OM16/OM32 (parallel)

Volg de aanwijzingen in de handleiding van de OM16/OM32. Als je de OM16/OM32 gebruikt om 5V aan te sturen (en dus voorziet van een eigen 5V aansluiting) kun je deze betrekken van de 5V van de IPM. Pas wel op de totale belasting van de 5V. Als je extreem veel OM16/OM32 modules hebt met een fors gebruik van 5V kun je hiervoor beter een aparte, gestabiliseerde voeding nemen.

Heb je erg veel 5V vermogen nodig voor OM16/OM32 uitgangen en heb je tegelijkertijd veel TM51/H modules, dan zou je een extra IPM kunnen nemen, waarvan je alleen het 5V gedeelte opbouwt. De kosten hiervan zijn beperkt en deze extra IPM kun je aansluiten op dezelfde "ruwe" voedingsspanning (Z2). In dat geval kun je het best alle TM51/H controllers op de ene IPM aansluiten en de RM51/H en alle OM16/OM32 modules op de andere IPM

#### 5.3.5 OM32 Serial

Volg de aanwijzingen in de handleiding van de OM32 SDIM. Als je de OM32 serial centraal bij de rest van de apparatuur plaatst kun je de 5V rechtstreeks betrekken uit de IPM. Stel je


## 2 Veiligheid

De voeding werkt (uiteraard) op het lichtnet en het werken met dit soort spanningen en vermogens is levensgevaarlijk als je niet goed nadenkt bij wat je doet. Mits goed gebouwd is de voeding m.i. absoluut veilig voor de toepassing waarvoor je hem gaat gebruiken: de modelspoorbaan, maar als zelfbouwhobbyist ben je zelf ook volledig verantwoordelijk voor het eindproduct en daarmee voor de veiligheid van jezelf en iedereen die met je modelspoorbaan in aanraking komt.



Letterlijk gezien voldoet deze voeding niet aan alle eisen die gesteld worden aan elektrisch speelgoed. Eerlijk gezegd vind ik persoonlijk een modelspoorbaan ook geen speelgoed. Het belangrijkste punt is dat transformatoren voor speelgoed de wikkelingen voor primaire (lichtnet) en secundaire (laagspanning) zijde op 'aparte benen' moeten hebben om ook bij volledig uitbranden van de transformator te voorkomen dat de netspanning op aanraakbare delen kan komen. Een ringkerntrafo voldoet niet aan deze eis. Aan de andere kant zitten er juist flink wat voorzieningen in de voeding om te voorkomen dat zo'n situatie ooit optreedt. Er is dus op dit punt eigenlijk weinig aan de hand.

Houd voor je eigen veiligheid de volgende richtlijnen aan:

- Haal de stekker uit het stopcontact als je werkt aan de voeding.
- Controleer dat draden goed vastzitten (solderen, schroeven of krimpen) en niet kunnen losschieten.
- Gebruik als je een soldeerpunt in een draad wilt isoleren bij voorkeur krimpkous en geen isolatietape. Dat laatste laat op de duur los.
- Laat geen onderdelen "hangen" aan draden.
- Werk niet aan de voeding na gebruik van alcohol, drugs of medicijnen die een nadelige invloed kunnen hebben op je beoordelingsvermogen. Zorg voor voldoende licht en zicht bij de werkzaamheden.
- Houd draden van primaire (lichtnet) en secundaire (laagspanning) zijde gescheiden, laat ze niet door elkaar lopen.
- Zorg dat (na de bouw) alle stroomvoerende delen aan primaire (lichtnet) zijde van de transformator op geen enkele manier kunnen worden aangeraakt, ook niet door prutsende vingertjes van kinderen die je zelf niet hebt: er zal er maar een keer een op bezoek komen en dan wil die vast "de trein" zien.
- Sluit de voeding bij voorkeur aan op een geaarde wandcontactdoos en zorg bij voorkeur dat je huisinstallatie voorzien is van een 30mA aardlekschakelaar.
- Schenk met name aandacht aan die punten in deze handleiding waar een  teken staat.

### 3 Dimensioneren

Voordat je begint en de onderdelen aanschaft moet je nadenken over het vermogen dat je voeding moet kunnen leveren. Vermogen wordt uitgedrukt in Watt of VA (VoltAmpere). Beide grootheden zijn niet exact, maar wel bijna hetzelfde en voor onze berekeningen in die zin uitwisselbaar.

#### 3.1 Trafo

We gaan eerst uitrekenen welke trafo je ongeveer nodig hebt.

Je hebt ca 40VA nodig voor de elektronica en wisselaandrijving + 1,25 x het totale vermogen dat al je treinen samen maximaal tegelijkertijd kunnen gebruiken. Een indicatieve formule is  $P=40+25 \cdot I \cdot N$ . N is het **maximaal** aantal treinen dat tegelijkertijd op je baan kan rijden. I is de stroom die een gemiddelde rijdende trein gebruikt, bij H0 meestal ergens tussen 0,5A en 1A, afhankelijk van schaal, merk en type lok, rijtuigverlichting, etc. P geeft het vermogen van je trafo in VA. Bij een gemiddeld stroomverbruik van 750mA en maximaal 10 treinen heb je dus een trafo nodig van  $40+25 \cdot 0,75 \cdot 10 = 225VA$ . Een trafo van 120VA is ongeveer het minimum dat zinvol is. Kleiner kun je ze wel kopen, maar dan worden ze nauwelijks goedkoper.

Je kunt een trafo nemen van 18V of een van 9V (2 wikkelingen) waarbij je in het laatste geval de 2 wikkelingen in serie zet en in het eerste geval de 2 wikkelingen parallel.

#### 3.2 Afvlak-elco

Voor de afvlak-elco (elektrolytische condensator) kun je het best een zogenaamde beker-elco gebruiken. Probeer er een te vinden met een bevestigingsschroef, zodat je hem kunt vastzetten. Als dat niet lukt moet je een beugel gebruiken of tie-wraps.

De spanning die de elco aan kan moet tenminste 35Volt zijn. Liefst ook niet veel meer, want hoe hoger de spanning hoe groter en duurder ze worden. Tot een vermogen van 250VA heb je voldoende aan een elco van ca 22.000. Bij grotere vermogens kun je beter iets van 40.000µF gebruiken.

#### 3.3 Eindtransistoren

De rijspanning voor de treinen wordt gestabiliseerd door 1, 2 of 3 vermogenstransistoren. Bij dit proces gaat energie verloren die wordt afgevoerd in de vorm van warmte. Hoeveel transistoren je nodig hebt hangt af van de hoeveelheid warmte die je moet afvoeren. Dit hangt weer af van hoeveel treinen er hoe lang tegelijkertijd op jouw baan rijden, hoeveel stroom deze gebruiken, of je met verlichte rijtuigen rijdt, of je veel hellingen hebt, etc.

De warmte die verstookt wordt is ruwweg (Ruwe\_Spanning-Rijspanning)\*I\*N. I is weer de gemiddelde stroom die een trein gebruikt. N is het aantal treinen dat **gemiddeld** gelijktijdig rijdt. De ruwe spanning is ca 23V. Bij een Rijspanning van bv 15V, een gemiddeld verbruik per trein van 750mA en 7 gelijktijdig rijdende treinen is het verstookte vermogen dus  $(23-15) \cdot 0,75 \cdot 7 = 42Watt$ .

Ga er (met enige vereenvoudiging en veilige marge) van uit dat één transistor maximaal 50 Watt kan verstoken. De behuizing van de transistor mag daarbij zo'n 90°C worden. Afhankelijk van het vermogen dat je moet verstoken moet je dus 1, 2 of 3 transistoren toepassen. Afhankelijk van het aantal transistoren moet je de weerstanden R15, R16 en R17 plaatsen. Evenveel weerstanden als transistoren plaatsen.

Om te voorkomen dat de eindtransistoren te heet worden moet je ze op een koellichaam zetten. Dat is een stuk geanodiseerd aluminium met koelribben erop. Een koellichaam heeft

straks je voeding klaar is heb je hier geen last meer van, want die zorgt binnen enkele minuten (onbelast) of seconden (belast) voor het ontladen van de elco.

Monteer het koellichaam met de 2N3055 transistor(en), zodat dit geen elektrisch contact kan maken met andere stroomvoerende delen of GND. Als je de IPM module monteert op een metalen bodemplaat, zorg dan dat de montage-ogen gemarkeerd met GND goed elektrisch contact hiermee maken. Dit is de – pool van je voeding. Als je geen bodemplaat gebruikt verbind tenminste 2 van de ogen dan aan GND met een draad van tenminste 2,5 mm<sup>2</sup>.

De ruwe voedingsspanning (Z2) sluit je aan op de behuizing van één van de 2N3055 transistoren. De andere transistoren zijn hiermee nu automatisch verbonden. Vanaf dit punt leid je een draad (ca 0,75 mm<sup>2</sup>) naar de POWER aansluiting van de IPM print. Je mag als alternatief vanaf de zekering Z2 ook een sterverbinding maken naar zowel de print als de vermogenstransistoren, maar ga niet van de zekering, via de print naar de transistoren.

Identificeer de bases en emittoren van de 2N3055 transistoren aan de hand van figuur 8. De bases van de vermogenstransistoren komen gewoon aan elkaar en gaan naar de B-terminal op de IPM print, mag een vrij dunne draad zijn. De emittoren van de transistoren gaan elk met een aparte draad (ca 0,75 mm<sup>2</sup>) naar de terminals E1 t/m E3 op de IPM print (elke transistor dus een eigen E-terminal). Gebruik bij het aansluiten die E-terminals waar je ook een weerstand (R15-R17) voor hebt geplaatst. E1 correspondeert met R17, E2 met R16, E3 met R15.

#### 5.2 Stap 2: Testen en afregelen

Dit is het spannendste moment: de eerste keer dat je voeding zal gaan werken. Controleer voor de zekerheid nog één keer je aansluitingen, of er geen losse draden hangen en nergens ongewenst contact is tussen onderdelen. Als je dat gedaan hebt: oordopjes in en de spanning erop!

Als je alles goed gedaan hebt gebeurt er ogenschijnlijk niets.

Meet nu of de spanningen van de logica-voeding kloppen: meet met een spanningsmeter de spanning tussen L-GND (op de print) en 5V. Van beide heb je 2 aansluitpunten. Welke je pakt maakt niet uit. Deze spanning moet (vanzelfsprekend) 5V zijn. Meet vervolgens de spanning tussen L-GND en 12V, deze moet uiteraard (ongeveer) 12V zijn (alles tussen 11V en 13V is goed).

Meet vervolgens de 2 overige spanningen:

Tussen WSS (WisselStuurStroom) en GND (bodemplaat) staat de spanning die je straks gaat gebruiken voor de aansturing van je wissels. Deze moet iets tussen 11V en 23V zijn en kun je tussen deze uitersten regelen met R9.

Tussen de RS (RijStroom) aansluitingen en GND (bodemplaat) staat de spanning die je straks gaat gebruiken voor de voeding van je treinen. Deze moet iets tussen 11V en 23V zijn en kun je tussen deze uitersten regelen met R6.

Als dit klopt moet je nog controleren of de RS voeding ook echt vermogen kan leveren. Draai met R6 de spanning even terug tot 12 à 13V en laat je spanningsmeter hierop aangesloten. Neem een lamp, bv een reserve-peertje van het knipperlicht van een auto (12V/21W) en sluit deze aan tussen RS en GND. Pas op: deze stroom is NIET BEGRENSD, dus maak geen kortsluiting. Controleer dat de lamp licht geeft en of de spanning daarbij ongeveer gelijk blijft (er mag enkele tienden Volts variatie in zitten).

Klopt het? Gefeliciteerd! Je voeding is klaar.

netschakelaar sluit je de bruine en blauwe draad van het 3-aderig netsnoer aan, de bruine draad via een zekering (Z1).



**Zorg dat deze draden goed geïsoleerd zijn, niet kunnen losraken en dat deze punten na de bouw niet kunnen worden aangeraakt. Zorg dat je netsnoer is voorzien van een trekontlasting of gebruik een stekerverbinding (bv een Eurostekker, zoals aan een computersnoer zit). Er staat netspanning op!**

De zekering Z1 is niet geschikt om een overbelasting van de voeding tegen te gaan. De zekering moet namelijk zwaar genoeg zijn om inschakelverschijnselen te overleven. Met een waarde van 4A-Traag lukt dat meestal aardig. Je kunt eventueel een iets lichter exemplaar proberen. Z1 is voornamelijk bedoeld ter beveiliging tegen brand in het geval van kortsluiting in de transformator, de brugcel of de afvlak-elco aan secundaire zijde.

De 4 dikke draden uit je trafo zijn van de secundaire zijde. Ze vormen 2 aparte wikkelingen, 2 uiteinden per wikkeling. Op de trafo staat normaliter aangegeven welke kleur draad bij welke wikkeling hoort.

Als je een 18V trafo hebt kun je (alleen bij een ringkerntrafo) beide wikkelingen parallel schakelen om het volle vermogen eruit te halen. Let op dat ze parallel staan en niet antiparallel. Je kunt dit controleren door 2 uiteinden van verschillende wikkelingen aan elkaar te verbinden en met een spanningsmeter (wisselspanning!) de spanning over de losse uiteinden te meten als je de trafo aanzet. Meet je 0V dan is het goed en kun je ook die overgebleven uiteinden aan elkaar maken, meet je ca 36V dan staan ze precies verkeerd om en moet je 1 van de wikkelingen omdraaien.

Als je een 9V trafo hebt kun je beide wikkelingen in serie zetten om uiteindelijk precies hetzelfde resultaat te krijgen. Knoop 2 uiteinden van verschillende wikkelingen aan elkaar en meet de spanning over de 2 overige uiteinden. Je moet nu ca 18V meten. Meet je 0V dan moet je een van de wikkelingen omdraaien. Isoleer het knooppunt van de 2 wikkelingen.

Neem nu de brugcel en de beker-elco en monteer deze in de buurt van de trafo. Sluit de 2 secundaire draden van de trafo aan op de met ~ gemarkeerde polen van de brugcel. Je kunt dit solderen of (bij de meeste brugcellen) doen met krimpvormingen en stekkers. Zorg dat deze goed vastzitten en contact maken. De stekkertjes eventueel iets dichtknijpen voor beter contact.

De – aansluiting van de brugcel gaat naar GND. Sluit de – pool van de elco ook aan op GND en verbind de + pool van de brugcel met de + pool van de elco. Gebruik voor deze verbindingen draad van tenminste 2,5 mm<sup>2</sup>.



**Ik raad je sterk aan om de GND van je besturingssysteem te aarden door het te verbinden met de aarddraad van je (3-aderig) netsnoer (geel/groene draad). Ten eerste voorkom je hiermee vreemde spanningen t.g.v. capacitieve koppelingen. Op zich zijn deze niet gevaarlijk voor jezelf, maar kunnen wel schade veroorzaken aan componenten. Ten tweede zorgt dit ervoor dat in het extreme geval dat er ooit sluiting ontstaat tussen het primaire en secundaire deel van je voeding de aardlekschakelaar van je huisinstallatie de hele zaak meteen stroomloos maakt. Uiteraard werkt dit alleen als je het netsnoer ook in een geaarde wandcontactdoos steekt.**

Sluit zekering Z2 met een zijde aan op de + pool van de elco. De andere zijde levert de ruwe voedingsspanning.

PAS OP: Als je de nu gebouwde voeding aan zet wordt de condensator opgeladen. Als er geen belasting is zal de condensator deze lading lang vasthouden. Dit kan echt uren duren nadat je de voeding hebt uitgezet en gedurende deze tijd zal het kortsluiten van de voedingsdraad met bv GND leiden tot een flinke steekvlam en het overlijden van Z2. Als

een thermische weerstand, uitgedrukt in K/W (Kelvin per Watt). Dat getal geeft de temperatuurstijging aan in Kelvin (of Celsius) per gedissipeerd Watt vermogen. De maximale temperatuur van de behuizing van de transistoren bedraagt in ons geval 90°C. Uitgaande van een omgevingstemperatuur van 30°C is de maximale temperatuurstijging dus 60°C of 60K. In ons bovengenoemd voorbeeld dient de thermische weerstand van het koellichaam dus kleiner te zijn dan  $60/42 = 1,5K/W$ .

Hoe kleiner de thermische weerstand, hoe groter het koellichaam wordt. Op de Dinamo Users Group staan enkele voorbeelden van koellichamen en bijbehorende karakteristieken. Je kunt de thermische weerstand verder verkleinen door geforceerd te koelen met een ventilator. Bij grotere vermogens kun je op die manier het koellichaam beperkt houden, mits je er een beetje geluid voor in de plaats voor lief neemt. Het is ook een beetje een kwestie van uitproberen. Neem het koellichaam niet al te groot. Het aantal treinen dat echt continue tegelijkertijd rijdt is toch meestal niet zo groot als je denkt. Als de boel dan echt te heet wordt kun je er altijd nog een ventilator op zetten, eventueel geschakeld door een thermostaat die je op het koellichaam zet, zodat de ventilator alleen in extreme omstandigheden bijschakelt.

Verder is het aantal transistoren en de grootte van het koellichaam in zekere zin uitwisselbaar. Als je bv in totaal 60 Watt wilt kunnen dissiperen en je gebruikt hiervoor 2 transistoren, dan verstoken deze 30 Watt elk. De temperatuur van de behuizing van de transistor mag dan tot ruim 120°C stijgen. Als koellichaam heb je dan voldoende aan  $90K/60W = 1,5K/W$ .

Dit soort berekeningen komt toch een beetje in de buurt van hogeschool-achtige thermische berekeningen. Als je hier mee aan de slag wilt staat op de Dinamo Users Group een datasheet van de 2N3055 transistor waar dit soort karakteristieken en getallen in staan. In de meeste gevallen kom je met bovenstaande simpelere richtlijnen een heel eind. Uiteindelijk komt het niet zo heel precies.

### 3.4 Condensator C11

Als vuistregel kun je aanhouden dat je C11 alleen plaatst als je meer dan 4 TM51/H controllers in je systeem hebt zitten.

### 3.5 Zekering Z2

Z2 moet zo groot zijn als de maximale stroom die je trafo kan leveren NA de condensator (dus waar de spanning ca 23V is). Voor een 225VA trafo is dat dus  $225VA/23V = 10A$ .

## 4 Bouw

Neem voordat je met de bouw en ingebruikname van de IPM begint deze handleiding in elk geval een keer helemaal door. Bij de bouw wordt er van uitgegaan dat je beschikt over enige basis-elektronica kennis en over enige handigheid met soldeerwerk.

### 4.1 Benodigheden

Naast het bouwpakket, bestaande uit bovengenoemde PCB (Printed Circuit Board en deze handleiding heb je nodig:

- Een soldeerbout voor elektronica. Liefst een iets zwaarder exemplaar dan voor de bouw van de overige DINAMO modules. Een 25Watt exemplaar voldoet prima. Een temperatuurgecontroleerde is beter, maar niet noodzakelijk.
- Tinzuiger (voor noodgevallen).
- Electronica soldeer (tin of tin-zilver) met harskern, 0,8 mm of (liefst) dunner. Het gebruik van tin-lood is per juli 2006 verboden voor industriële productie en slecht voor het milieu. Gebruik hiervan zou daarom ook door de hobbyist zoveel mogelijk moeten worden vermeden.
- Een kleine zijknijptang voor electronica of modelbouwtoepassingen.
- Kleine buigtang
- Kleine maat schroevendraaier
- Een universeelmeter
- De onderdelen van de stukslijst (zie ook de paragraaf "Dimensionering")
- Een aluminium hoekprofiel 40 x 20 x 20 x 2 x 100mm
- Bij voorkeur: een M3 draadtap setje (dus niet noodzakelijk)
- Een handvol M3 boutjes (6 en 16 mm), moertjes, veerringen en plaatjes
- Warmtegeleidingspasta

### 4.2 De print

Als je alle onderdelen en voldoende vrije tijd hebt kun je beginnen. Je hoeft onderstaande volgorde niet aan te houden, maar dit maakt e.e.a wel gemakkelijker!

Deze print is niet doorgemetalliseerd en om te zorgen dat de soldeerpunten zo sterk mogelijk zijn, zijn de gaatjes zo klein mogelijk gehouden. In principe passen alle onderdelen er echter normaal in. Mocht dat toch niet het geval zijn, dan kun je bij deze print (**en alleen bij deze print**) een gaatje eventueel iets groter boren.

*Als je de verderop geadviseerde montagemethode gaat gebruiken kun je het best nu eerst de voorbereidingen hiervoor treffen door de 2 montagegaten op het aluminium profiel af te tekenen.*

*Neem een aluminium hoekprofiel van 20x40x2 mm en zaag hier een stuk af van 100mm. Bramen verwijderen. Leg nu de print met de zijde waarop T1, IC1, IC2, etc gaan komen in de hoek van dit profiel met de kant van 20mm onder de print en de 40mm zijde recht omhoog stekend. Teken de 2 montagegaten af op het profiel:*

## 5 Aansluiten

Het aansluiten van de IPM bestaat uit 3 stappen:

- 1 Het aansluiten van de extra onderdelen op de IPM
- 2 Controleren van de juiste werking
- 3 Het aansluiten van je besturingseenheid en modelbaan

### 5.1 Stap 1 – Koppelen van externe componenten

Onderstaand vind je het schema hoe je de extra componenten moet aansluiten op de IPM. Hieronder ook nog een extra toelichting:

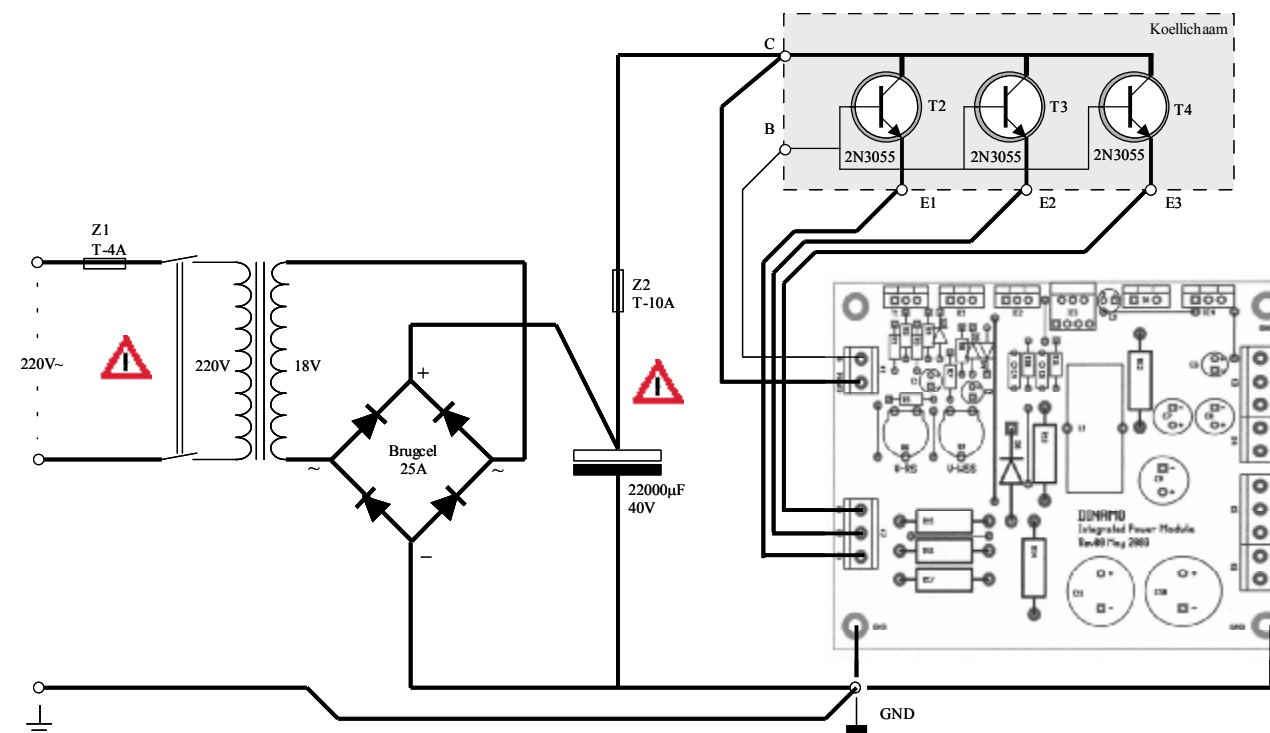


Fig 9: Aansluiten van de IPM op de voeding

Voordat je verder gaat: Je gehele besturingssysteem moet een punt hebben dat het referentiepunt is voor alle spanningen. We noemen dit de 0V of GND. Het is dus niet per definitie de echte aarde, maar we noemen het voor het gemak zo. Wel is het verstandig deze GND ook daadwerkelijk met aarde te verbinden. Daar komen we later op. Het best kun je je gehele systeem samenbouwen op een aluminium grondplaat, liefst niet al te dun, 2 mm of zo. Als je dat doet dan wordt deze grondplaat de GND van je systeem. Als je niet werkt met een grondplaat dan moet je een sterpunt kiezen waar alle verbindingen die GND worden genoemd samenkomen. Het best koop je hiervoor een koperstrip waar een aantal schroeven in zitten waar je vervolgens alle draden die aan GND moeten kunt vastschroeven. Zorg dat deze verbindingen stevig zijn en dik genoeg (2,5 mm<sup>2</sup>). Een tijdens bedrijf losrakende GND draad kan flinke schade veroorzaken aan je systeem.

Zoek een goede plaats voor de trafo. Een ringkerntrafo wordt met een montageplaat en één lange bout vastgezet. Aan weerszijden van de trafo zelf komt een rubber mat om te voorkomen dat de spoelen van de trafo beschadigen. Als het goed is worden deze bevestigingsmaterialen meegeleverd met je trafo, zo niet: vraag erom bij je leverancier.

Uit de trafo komen 6 draden. 4 dikke en 2 dunnere. Die 2 dunnere sluit je aan op de netschakelaar (gebruik altijd een dubbelpolige schakelaar). Op de andere contacten van de



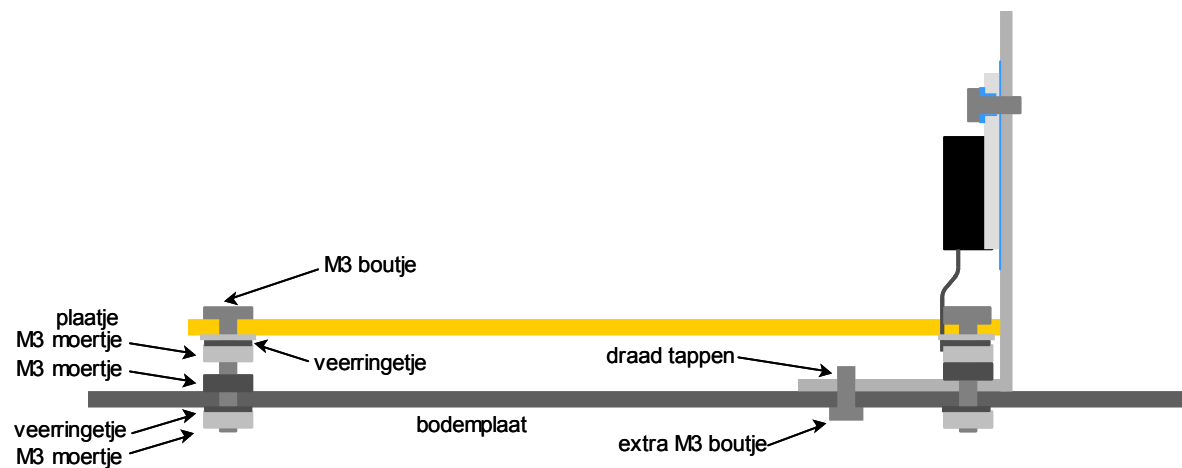


Fig 7: De gemonteerde Power Module

### 4.3 Vermogenstransistoren

Je hebt nu (o.a.) nog 1 tot 3 2N3055 transistoren die niet op de print zitten. Deze moeten op het koellichaam komen. Een transistor heeft 3 aansluitingen: C, B en E. De 2N3055 heeft maar 2 pinnen (B en E), de derde pin (C) is de behuizing zelf. Het huis voert dus spanning en zal weer geïsoleerd moeten worden. Om echter de maximale koeling te krijgen kun je beter de transistoren rechtstreeks op het koellichaam schroeven, liefst met een beetje warmtegeleidende pasta. De collectoren van de transistoren komen daarmee elektrisch aan elkaar te zitten en dat is ook precies de bedoeling, alleen zal ook het koellichaam hiermee stroomvoerend worden, zodat je het gehele koellichaam elektrisch geïsoleerd zult moeten vastzetten. Doe dat op een plek waar voldoende luchtstroming mogelijk is en met de koelribben in verticale stand voor een optimale koeling.

De pinnen B en E zitten iets excentrisch op de transistor. Welke de B en E is kun je zien op onderstaande tekening:

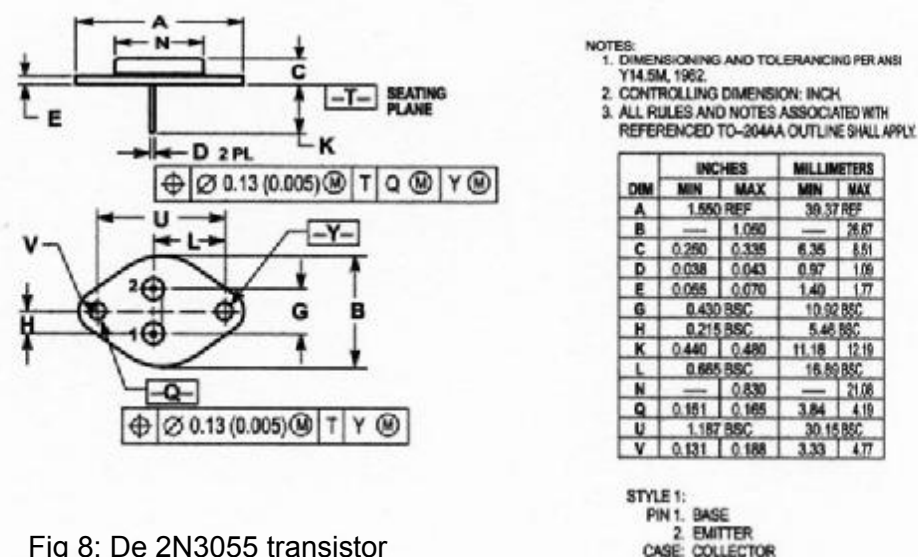
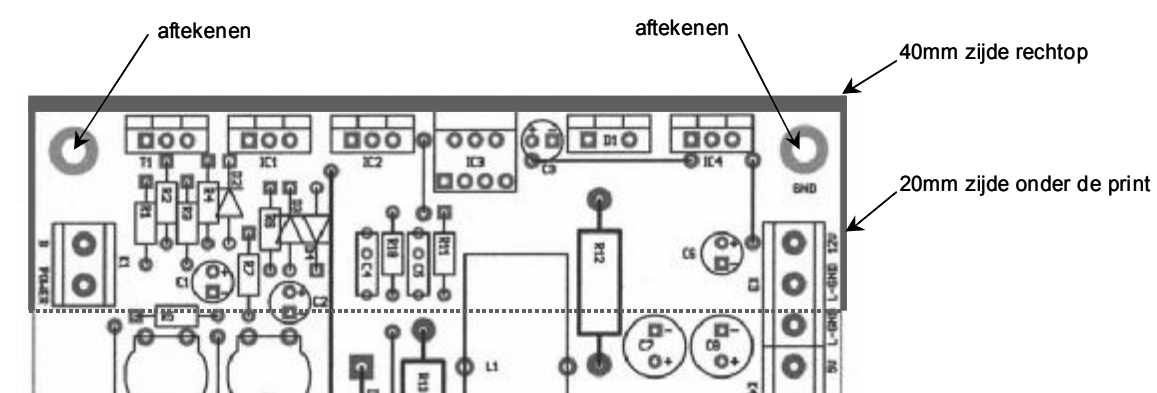


Fig 8: De 2N3055 transistor



**PAS OP:** Op het koellichaam staat straks (weliswaar via een zekering) de volle (secundaire) voedingsspanning uit de trafo. Gevaarlijk bij aanraking is dat niet, maar zorg dat er nooit een ongeïsoleerde draad o.i.d. tegen dit koellichaam komt. Door de zekering zal dit geen brandgevaar opleveren, maar wel trek je letterlijk een paar flinke vonken en loop je grote kans delen van je besturingssysteem te vernielen.



Figuur 1: Aftekenen montagegaten in het alu-profiel

Leg het profiel even terzijde. Hier gaan we later mee verder.

De print is enkelzijdig. Dit betekent dat je enkele draadbruggen moet aanbrengen. Doe dit bij voorkeur het eerst, dan kun je er nog goed bij en is de kans dat je er een vergeet klein. Trek de draadbruggen strak over de print met blanke (ongeïsoleerde, niet-gevlochten) draad van ca 0,5 mm diameter. Het zijn er in totaal 8. Eén daarvan, die langs D4, moet je iets dikker uitvoeren (ca 0,8 mm diameter)

Monteer de ¼ Watt weerstanden (de kleintjes) en de condensatoren C4 en C5. Bij C4 en C5 heb je de keuze uit 2 gaatjes, afhankelijk van de fysieke maat van de condensator.

Monteer D2, D3 en D4. Let op de polariteit zoals aangegeven op de print.

Monteer C1, C2, C3, C6, C7, C8, C9 en, bij Rev01, C12. Let op de polariteit. Deze staat op de print en op de condensator. Het kortste pootje van de condensator is normaliter de – pool. Monteer de instelpotmeters R6 en R9.

Monteer D5 (let op de polariteit).

Monteer R12, R13, R14, R17 en eventueel R16 en R15. Houdt deze weerstanden iets vrij van de print; ze worden warm.

Monteer de schroefterminals K1 t/m K6. Zorg dat deze goed zitten vastgesoldeerd, want bij het schroeven komt er soms enige kracht op.

Je bent nu toegekomen aan het 'moeilijkere gedeelte', het monteren van T1, IC1, IC2, IC3, D1 en IC4. Deze zitten aan de rand van de print en hebben steeds de metalen zijde aan de buitenkant van de print. Deze onderdelen worden warm en hebben koeling nodig. Daarom moeten ze op een koelplaat of koelstrip. Heel groot hoeft deze niet te zijn. Als je de voeding monteert op een (niet al te dunne) metalen bodemplaat kun je deze bodemplaat mede gebruiken als koelmedium. In dat geval adviseer ik de volgende opstelling:



Fig 2: Opstelling voor gebruik van bodemplaat als koelmedium

Als je deze opstelling wilt gebruiken moet je zorgen dat de te koelen halfgeleiders met de metalen plaat gelijk komen met de zijkant van de print:

Hiertoe moet je de pootjes een klein beetje verbuigen. Doe dat met een puntig tangetje, zodat de boel niet afbreekt.

Bij de normale TO220 behuizingen gaat dat gemakkelijk. Bij de L4960 moet je van de poten die naar voren steken eerst even de punt recht maken, dan de achterste poten in de gewenste vorm buigen en tot slot de 'voorpoten' op de juiste plek krombuigen, zodat de hele handel netjes in de print past. Soldeer de onderdelen vast, liefst met de bovenkanten van de behuizingen op gelijke hoogte.

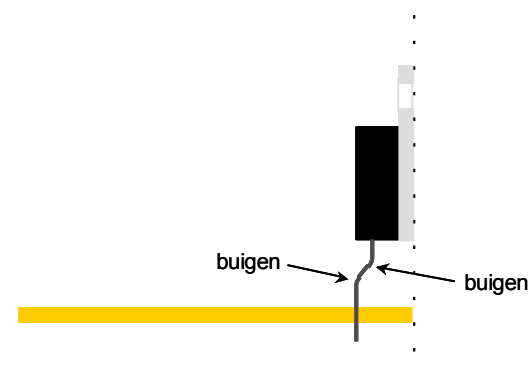


Fig 3: Uitlijnen van de componenten op de zijkant van de print

Neem nu het aluminium hoekprofiel waarop je eerder de 2 montagegaten hebt afgetekend. Boor deze afgetekende gaten op 3mm. Boor vervolgens nog 2 gaten **van 2,5mm** in dit profiel op (ongeveer) de volgende plek:

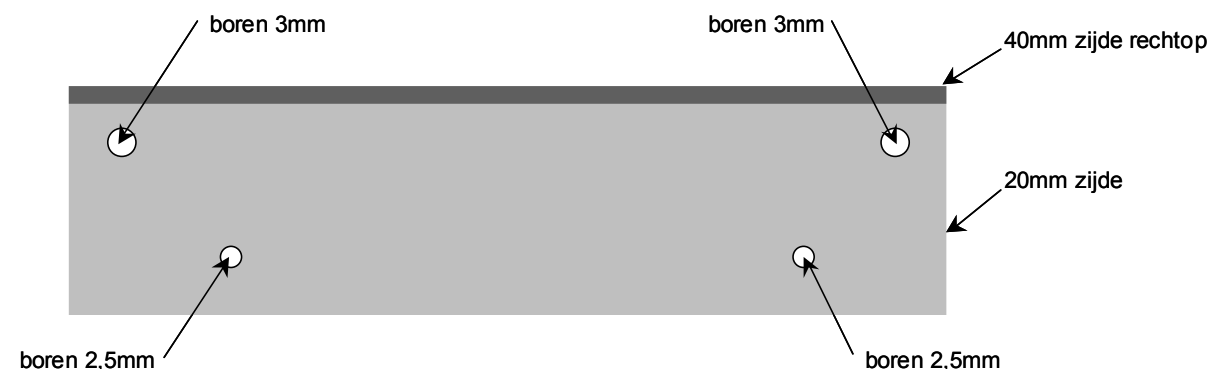


Fig 4: Boren van de montagegaten in het aluminium hoekprofiel

Verwijder de bramen van de boorgaten. Als je een draadtap hebt, tap dan M3 draad in de gaten van 2,5mm. Als je geen tap hebt, zo laten.

Steek nu (vanaf componentzijde) in de beide montagegaten van de print een M3 boutje (16mm lang), metalen plaatje eronder, een veerringetje en zet dit stevig vast met een M3 moertje. Zet er vervolgens nog een moertje bovenop (voor voldoende afstand), steek het alu profiel erop en zet dat vast met nog een moertje. Je hebt dan ongeveer de situatie hiernaast

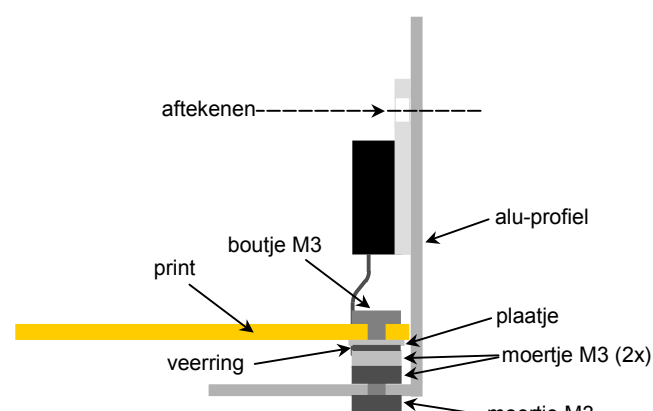


Fig 5: Bevestiging van het aluminium profiel op de print

Teken nu de 6 montagegaten af van de betreffende halfgeleiders op het alu-profiel. Verwijder het alu-profiel door de 2 moertjes er af te draaien en boor de afgetekende gaten op 2,5mm. Tap hier vervolgens M3 draad in. Als je geen draadtap hebt moet je deze gaten op 3mm boren. De randjes afbramen zodat voor en achterzijde weer mooi vlak zijn.

Bedenk nu eerst waar je de print straks wilt monteren en teken, nu je het profiel nog los hebt, de 4 montagegaten (fig. 4) in het alu-hoekprofiel ook af op de bodemplaat. Boor in de bodemplaat op deze plek gaten van 3mm.

De metalen behuizing van T1, IC1, IC2 en D1 is stroomvoerend. Dit is niet het geval bij IC3 en IC4. T1, IC1, IC2 en D1 moet je daarom elektrisch isoleren van de koelplaat, anders krijg je straks kortsluiting. Dat isoleren gaat met een TO-220 isolatiesetje. Een setje bestaat uit een mica of siliconen plaatje en een isolatiebusje. Die plaatjes hebben als eigenschap dat ze warmte wel goed geleiden, maar stroom niet.

Monteer nu het alu-profiel weer op de print. Schroef IC3 en IC4 vast op het profiel met M3 boutjes (6 mm lang). Als je geen draad getapt hebt in de gaten moet je er een M3 moertje achter leggen.

Doe hetzelfde met T1, IC1, IC2 en D1, maar leg nu eerst het isolatieplaatje tussen de behuizing van het component en de koelstrip. Bij gebruik van mica kun je voor een betere warmtegeleiding aan beide zijden van het mica plaatje een kleine hoeveelheid warmtegeleidingspasta aanbrengen (zuinig, want anders wordt het een smeerboel). Voordat je het M3 schroefje erin zet moet je eerst het isolatiebusje aanbrengen. Als het goed is heb je nu de hiernaast getekende situatie:

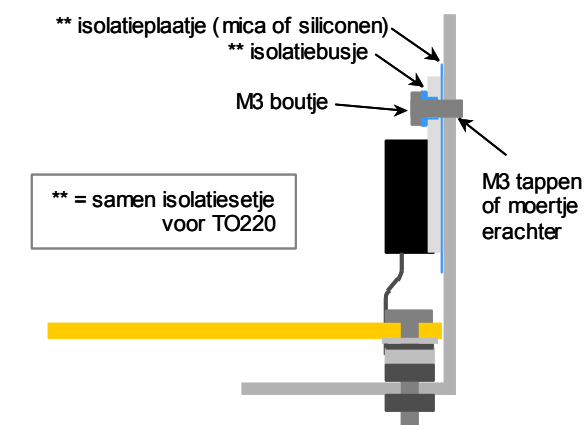


Fig 6: Montage componenten met isolatiesetje

Controleer met een Ohmmeter of de behuizingen van T1, IC1, IC2 en D1 inderdaad geïsoleerd zijn van de koelstrip. Je zult wel een 'weerstand' meten, maar die moet aanzienlijk meer zijn dan 10 Ohm.

Monteer nu de resterende componenten L1, C10 en eventueel C11.

De module is nu klaar.

Draai de 2 M3 moertjes waarmee de alu-koelstrip op de print vastzit er even af en steek de 2 boutjes door de bevestigingsgaten van de bodemplaat. Teken nu ook even de andere 2 bevestigingsgaten van de print af op de bodemplaat. Verwijder de module en boor de 2 gaten in de bodemplaat (3mm). Steek 2 boutjes (M3 x 16mm) door de 2 overgebleven gaten van de print. Plaatje, veerringetje en moertje erop en vastdraaien. Zaak is dat met name deze 2 punten elektrisch goed contact maken. Draai er nog een tweede moertje op voor de juiste afstand, maar draai deze niet helemaal tot aan het eerste moertje, dit om de dikte van de alu-koelstrip aan de andere kant te compenseren. Steek de 4 boutjes nu door de montagegaten in de bodemplaat en zet er aan de onderkant een veering en moertje op.

Je hebt nu nog 2 montagegaten over. Deze zijn bedoeld om het koelprofiel goed vlak op de onderplaat te krijgen zodat de zaak thermisch goed contact maakt. Draai hier van de onderkant M3 boutjes van 6 mm in. Als je geen draad getapt hebt in de gaten moet je gebruik maken van zelftappende parkers. Let in dit geval op dat ze zo kort zijn dat ze geen sluiting maken met de print. Je eindigt nu met de volgende situatie: