author: Gerrit van Dalfsen
RepairCafe Capelle aan den IJssel (RCC)

Date	Version	Change
25Mrt2022	1.0	Versie voor publicatie

Miele stofzuiger triac aansturing

1. Inleiding

In het RepairCafe repareren we huishoudelijke apparaten. Wat ons opvalt is dat steeds meer apparaten besturingselektronica met een microprocessor krijgen. Het apparaat krijgt daarmee meer instelmogelijkheden en wordt onder die noemer verkocht als 'slim'.

Bij apparaten die we ter reparatie krijgen aangeboden, zien we regelmatig dat het probleem in de elektronica zit, terwijl het apparaat mechanisch nog prima in orde is. Soms kunnen we het probleem in de elektronica lokaliseren en een onderdeel vervangen. Wanneer dat niet lukt, kun je de elektronica print vervangen, als die nog verkrijgbaar is. Maar de kosten daarvan gaan al gauw in de richting van de helft van een nieuw apparaat. Wanneer dat allemaal niet lukt, moeten we het apparaat naar het apparatenkerkhof brengen. En dat doen we niet graag bij het RepairCafe.

Bij de diagnose van een stofzuiger met een defect kijken we eerst of er elektromechanische defecten zijn (slang verstopt, filter vuil, snoer gebroken, schakelaar stuk, toestand van de motor). Als dat allemaal in orde is, kijken we naar de elektronica die de motor harder en zachter laat lopen. Een essentieel onderdeel daarin is de triac. Dat is een elektronische schakelaar waarmee je de stroom door de motor kunt regelen en waarmee je de motor zachter of harder laat lopen. Soms is die triac overduidelijk stuk en lost het vervangen daarvan het probleem op.

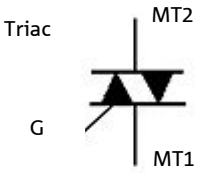
Onlangs werd een Miele stofzuiger aangeboden die 'het niet meer deed'. De stofzuiger was mechanisch prima in orde. Het defect zat in de elektronische motorregeling. Het bijzondere was dat alle onderdelen op de print in orde waren, maar dat het geheel niet werkte.

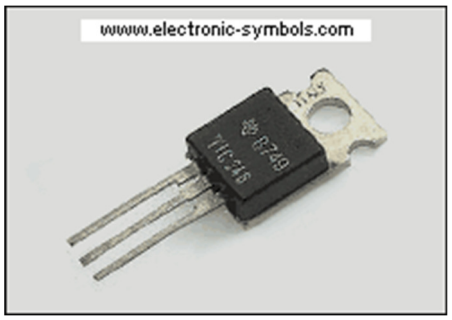
Doel van dit paper is de triac aansturing van een Miele C2 stofzuiger te onderzoeken.



2. Triac motorregeling

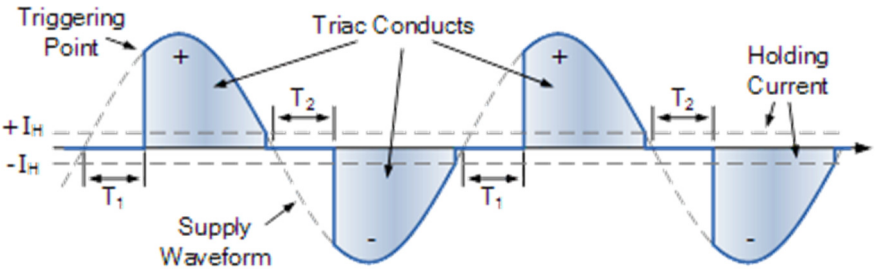
Een triac is een halfgeleider schakelaar voor wisselstroom. In rusttoestand spert de triac. Met een spanning op de gate G komt de triac in geleiding. De triac blijft geleiden, ook als de spanning op de gate wordt weggenomen. Echter als de stroom door de triac door de triac nul wordt, gaat de triac weer sperren.





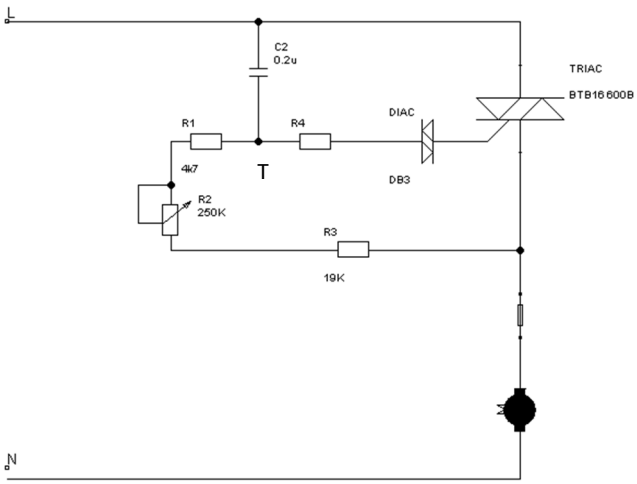
De stroom bij een 230V netspanning keert 100 keer per seconde van richting om. Net zo vaak komt de triac weer in spertoestand. Wil je triac blijvend laten geleiden, dan moet je 100 keer per seconde een ontsteekpuls op de gate zetten.

De truc van de vermogensregeling met een triac is dat je de ontsteekpuls op de gate een bepaalde tijd na de nuldoorgang geeft. Je geeft daarmee een deel van de 230V periode door naar de belasting (motor, lamp), en daarmee minder vermogen. Door de tijd tussen nuldoorgang en ontsteekpuls te variëren, kun je het vermogen naar de motor variëren en daarmee de zuigkracht van de stofzuiger.

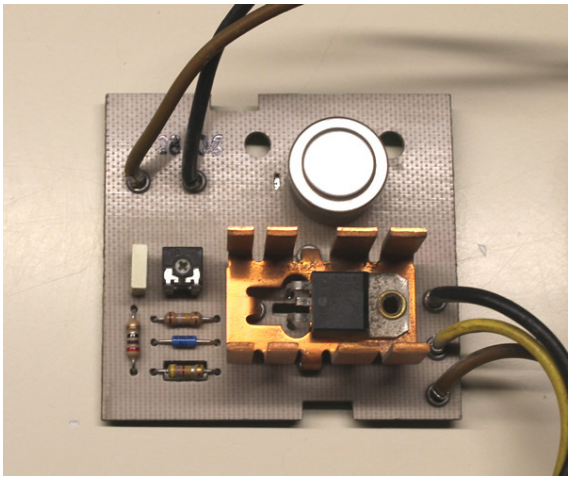


In hoe die ontsteekpuls wordt gemaakt, zie je een ontwikkeling. In de RepairCafe kast hadden we nog een paar Miele stofzuiger elektronica printjes hadden liggen. Die paar printjes geven een mooi overzicht van de Miele ontwikkeling van de stofzuiger motoraansturing.

Het oudste Miele printje (EDL3151) stuurt de triac op de volgende manier aan:



Figuur 1 - Schema simpele triac regeling (EDL3151)



Figuur 2 - print EDL3151 stofzuigerregeling

Met het RC-netwerk C2-R1-R2-R3 krijg je een verschoven golfvorm op punt T. De mate van verschuiving kun je instellen met de regelbare weerstand R2. Op een gegeven moment is de spanning over de diac zo groot geworden dat deze doorslaat. Dat triggert de triac. Met R2 kun je binnen zekere grenzen het moment verschuiven waarop de triac opengaat, en daarmee het motorvermogen en daarmee de zuigkracht.

Een ontwikkeling in de stofzuiger branche was dat de motorvermogens steeds verder toenamen. Meer dan 2000 watt was geen uitzondering. Bij het op vol vermogen inschakelen van die motoren loopt er een zodanig grote stroom waardoor regelmatig de triacs sneuvelden. Of soms vloog de stop in de meterkast er zelfs door uit.

Op dat probleem op te lossen is de 'soft start' bedacht waarin de motor op een laag vermogen start, en dan in een paar seconden naar het gewenste vermogen gebracht wordt. Maar dat gaat niet met de simpele triac regeling. Voor de softstart is de microprocessor in de triacregeling geïntroduceerd.

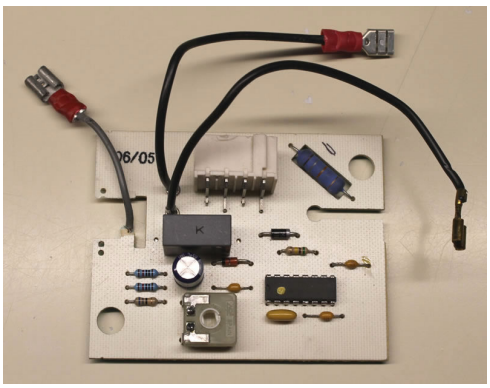
(Inmiddels is door Europese regelgeving het vermogen van de stofzuigermotor beperkt tot 750 Watt, maar dat heeft niet geleid tot de terugkeer van de simpele triac regeling.)

3. Triac motorbesturing met microprocessor

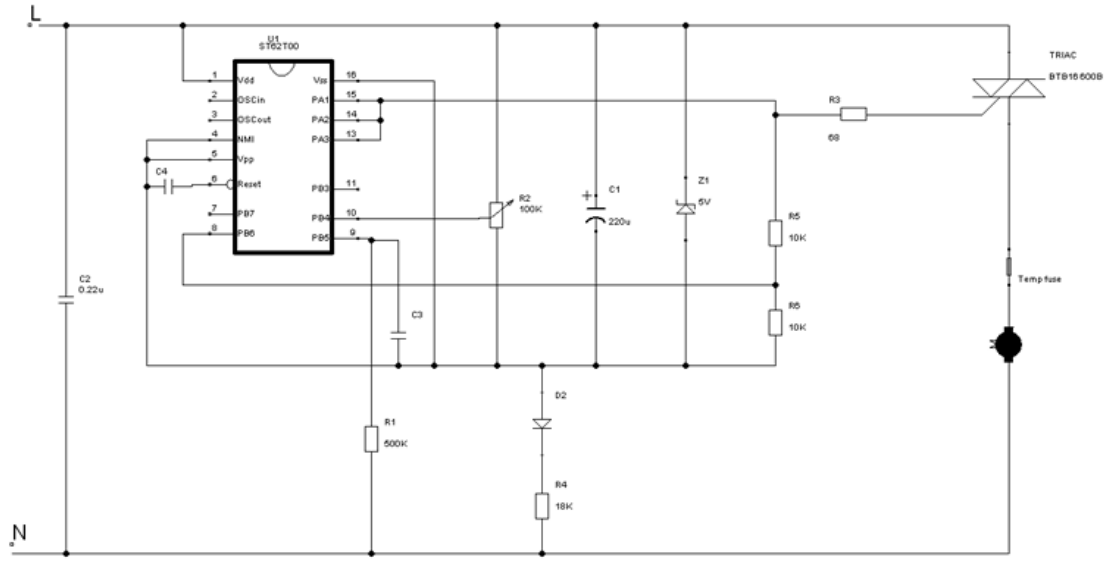
Bij een soft start wordt de motor in een paar seconden op het gewenste vermogensniveau gebracht. De triac trigger vindt eerst achterin op de afnemende flank van de golfvorm plaats en schuift dan in een paar seconden naar voren tot het gewenste vermogen geleverd wordt.

De behoefte aan softstart viel samen met het beschikbaar komen van microprocessors voor consumenten apparaten. Miele heeft op print op de foto hiernaast de ST62T00C6 microprocessor van ST Microelectronics gebruikt.

Het schema van dit printje staat in figuur 4. Het schema komt vrijwel overeen met het schema van een toepassingsvoorbeeld van STMicroelectronics (AN392, Universal motor drive).



Figuur 3 - print EDW4200 stofzuigerregeling



Figuur 4 - Schema EDW4200 stofzuigerregeling

De microprocessor heeft een voedingsspanning van 5V dc nodig. Deze wordt gemaakt met de zener Z1, elco C1, diode D2 en weerstand R4. De + van de 5V dc hangt direct aan de L (live, fase) van de 230V.

De processor bepaalt wanneer de triggerpuls naar de gate van de triac wordt gegeven. Bij de softstart begint de triggerpuls achterin de halve periode en loopt dan naar voren tot een punt dat is ingesteld met de potmeter R2 (verbonden met de draaiknop op de stofzuiger voor het instellen van de zuigkracht.) De processor moet, om te timen wanneer het een triggerpuls moet geven, de nuldoorgangen van de 230V ac kennen. Dat gebeurt met R1 tussen N en pin 9 van de processor.

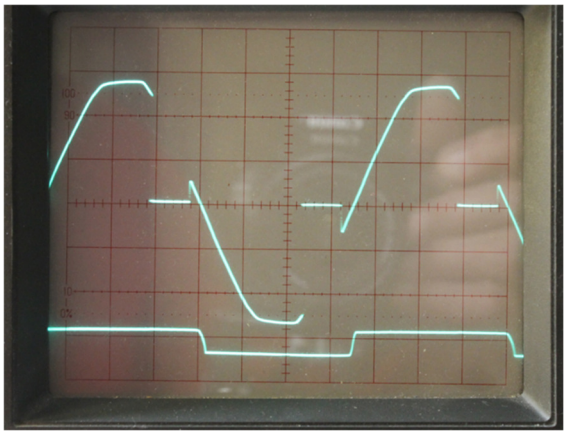
Dat de 5V dc met de 230V golfvorm meedanst maakt het in het RepairCafe erg lastig om aan het printje te meten. Op een spanningsloos printje kunnen we met een multimeter nog wel componenten meten, maar we kunnen er niet het dynamisch gedrag van de schakeling onder spanning mee beoordelen. Daarvoor moet je eerst een veilige meetopstelling maken.

Die meetopstelling omvat een scheidingstransformator waardoor het printje galvanisch gescheiden wordt van het lichtnet. Daarbij is een variac wel handig waarmee we met lagere wisselspanningen kunnen werken dan de 230V. En in plaats van een stofzuigermotor sturen we een lamp aan. De signalen van de schakeling meten we met een oscilloscoop met meetpennen die 10x verzwakken. Want uiteindelijk kan daar 300V op komen te staan.

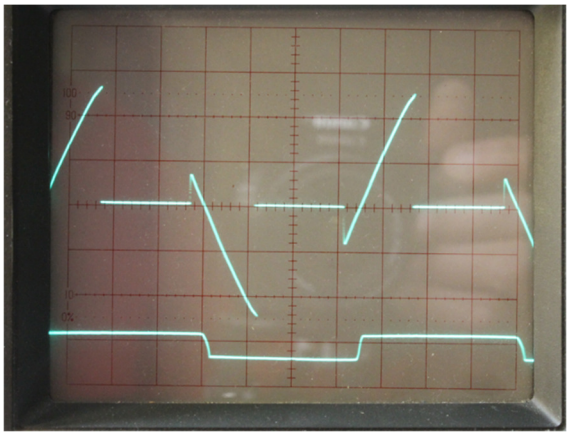
3.1. Meetbevindingen

In het volgende plaatjes toont het bovenste signaal de spanning over de triac. Die spanning valt naar 0 als de triac geleidt. Zolang de triac niet geleidt, staat de 230V over de triac. Het onderste signaal toont het nuldoorgangdetectie signaal op pin 9. Plaatje 1 toont de beginsituatie wanneer de 230V net is ingeschakeld. De triac geleidt dan alleen tijdens de achterzijde van de golfvorm. Tijdens die geleiding staat er dus 230V spanning op de motor, maar dat levert weinig vermogen.

Plaatje 2 toont de situatie twee seconden later. Het triggerpunt is naar voren geschoven. De triac geleidt een veel groter deel van de 230V periode, en daarmee staat groter deel van de 230V periode spanning op de motor. De motor is in twee seconden op toeren gekomen, zonder grote stroompieken. Vandaar de naam 'softstart'. Het triggerpunt kun je verschuiven met potmeter R2 (waaraan de draaiknop voor de zuigkracht zit.).



Plaatje 1

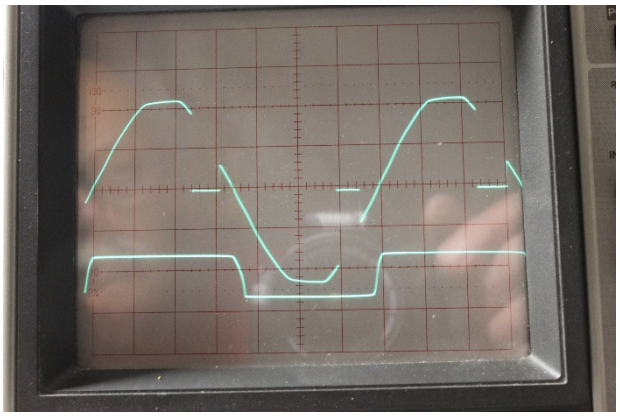


plaatje 2

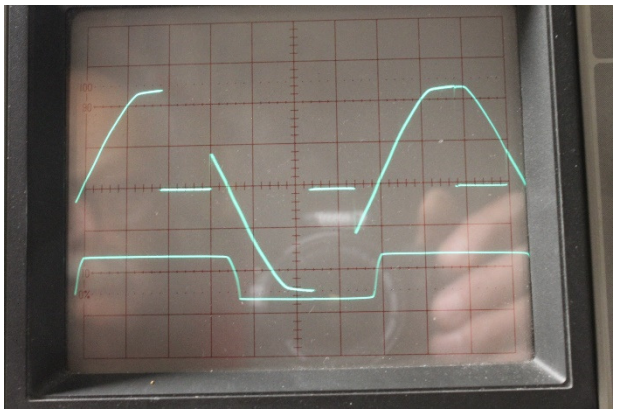
Bij de meting hangt de meetnul van de oscilloscoop aan de live. (Dat kan met de scheidingstransformator, anders had je een daverende kortsluiting).

Op plaatje 1 en 2 zie je de werking van de triac aansturing zoals het hoort. Op de volgende plaatjes 3 en 4 zie je de triac aansturing van de defecte triac aanstuurprint.

In het bovenste signaal op plaatje 3 zie je dat de triac na het opstarten weer in de tweede helft van de halve periode wordt opengestuurd. Dit is de situatie aan het begin van de softstart.



Plaatje 3



plaatje 4

Op plaatje 4 zie je in een paar seconden het aanstuurmoment vervroegen. Je ziet de lamp als belasting opgloeien. En dan pats, valt het signaal weer terug naar zijn beginsituatie zoals in plaatje 3, en blijft daar. Dit is het gedrag wat we op de defecte aanstuurprint voor de triac zien.

3.2. Bespreking

Zoals al eerder gemeld vinden we geen afwijkingen in de individuele componenten zoals de elco, zener en triac.

Het terugklappen naar de beginsituatie lijkt erop dat de 5V voeding tekortschiet, waardoor de processor reset. Maar we meten geen fluctuaties op de voedingsspanning.

Overigens, in een meetopstelling waarin we de schakeling niet aan de 230V hangen, maar met 5V voeden vanuit een dc-voeding, terwijl we op de nuldoorgangdetectie een 50Hz blokgolf aanbieden, dan blijkt de schakeling wel correct te werken. Wat is het dan wat de processor hangend in de 230V golfvorm in de softstart beginsituatie blijft hangen?

Waar je passieve componenten als condensatoren en diodes kunt vervangen, is dat voor een microprocessor veel lastiger. De processor draait met software, dus met het vervangen van de processor chip ben je er niet. Je moet ook software op de chip laden.

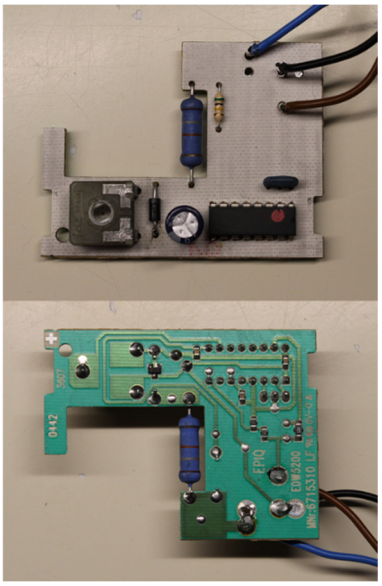
Je zou ook kunnen proberen de processor software te analyseren, of je daarmee het getoonde gedrag kunt verklaren. Maar de processor uitlezen gaat niet omdat een protection bit is opgezet dat uitlezen voorkomt. En als je eventueel de software hebt, dan is het opnieuw laden van de chip met het programma niet mogelijk omdat de chip 'one time programming' (OTP) heeft.

Dus als je RepairCafe analyse naar de processor chip wijst, dan zijn je reparatiemogelijkheden uitgeput en is de stofzuiger buiten bereik van reparatie. Dit komt ook doordat de productgeneraties zich om de paar jaar vernieuwen. De toegepaste elektronica printjes zijn na 5 jaar alweer verouderd, en vervangende printje zijn dan niet meer verkrijgbaar.

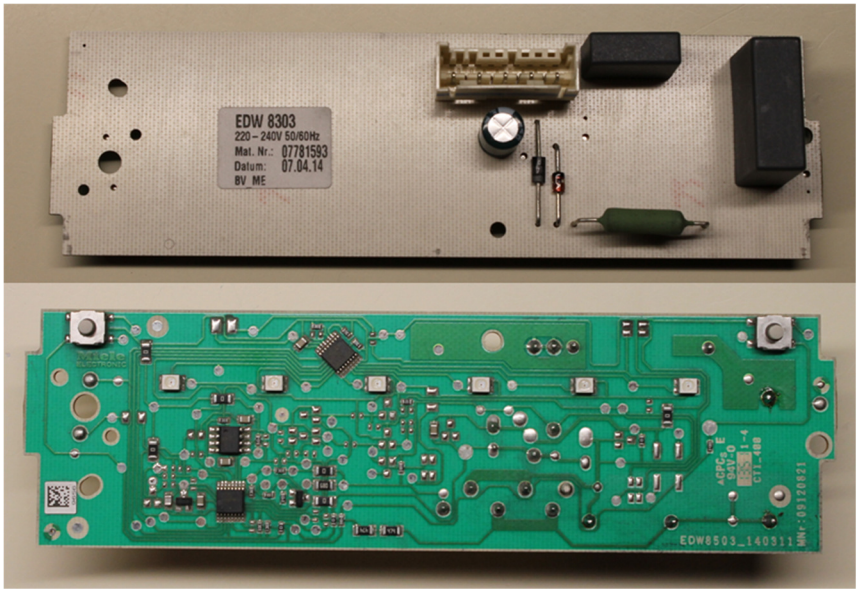
Vergelijk eens de elektronica print in figuur 2 met die in figuur 3, en met de printen hieronder in figuur 5 en 6.

De print in figuur 2 is zonder microprocessor en bevat een beperkt aantal componenten. De print in figuur 3 heeft een microprocessor, maar voor de rest nog traditionele componenten. De print in figuur 5 doet hetzelfde als in figuur 3, maar heeft op de onderzijde nu micro componenten. En figuur 6 is een hele nieuwe generatie print met nu 3 processors. Draaiknop voor de zuigkracht is hier vervangen door twee drukschakelaartjes en leds. Je ziet het steeds complexer worden terwijl de basisfunctionaliteit niet verandert.

En we zien vaker dat we de stofzuiger moeten afdanken omdat de elektronica defect is, terwijl de stofzuiger mechanisch nog in orde is. Soms krijgen we de indruk dat er sprake is van 'death by design', waarbij na 5 jaar de elektronica ermee stopt, teneinde een nieuwe stofzuiger te kunnen verkopen.



Figuur 5 - print EDW5200



Figuur 6 - print EDW 8303

4. Conclusie

In het RepairCafe zien we dat apparaten steeds vaker wordt uitgerust met een microprocessor, waar voorheen eenvoudige mechanische of elektronische regelingen werden toegepast. Dit gaat ten koste van de repareerbaarheid. Daardoor moeten we als RepairCafe een mechanisch goed functionerend apparaat afdanken omdat we de elektronica niet gerepareerd kunnen krijgen.