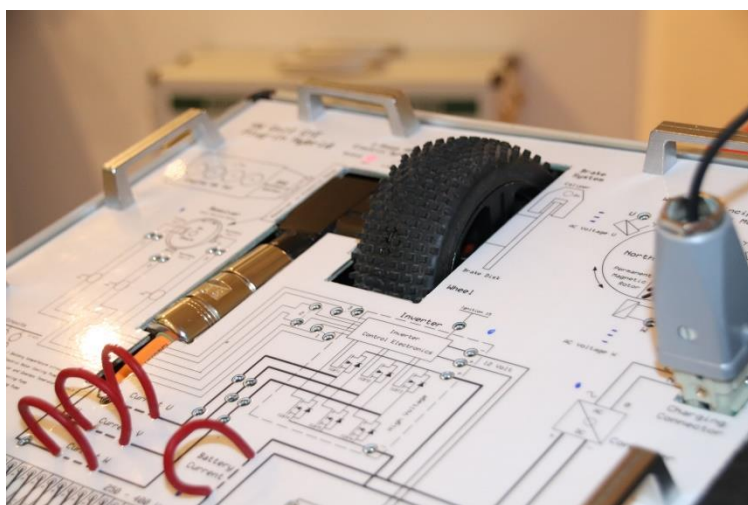




## GALILEO VW Golf GTE systeembeschrijving

Het Galileo trainingssysteem is ontwikkeld uit de behoefte om met zo min mogelijk middelen een zo hoog mogelijk rendement te krijgen uit Automotive Trainingen.

Het Galileo systeem is uitermate geschikt om op niveau's 2, 3 en 4 zo effectief mogelijk de juiste basiskennis te vergaren maar ook de zeer lastige storingen in de elektronische regelsystemen de baas te worden tijdens de opleiding voor Diagnose Specialist.



V1.04

**THE MISSING LINK**  
Automotive Diagnostic Training System  
The smallest automotive diagnostic training system with the most possibilities.  
Een nieuw onderwijssysteem; de unieke schakel tussen theorie en praktijk.  
[www.galileosystems.nl](http://www.galileosystems.nl)



<u>Inhoud:</u>	<u>Pagina</u>
Trainingsdoel van deze Hybride simulator	4
Hybride systeem	5
Up-date naar volledig elektrische auto	5
DSG versnellingsbak	6
Voeding en veiligheid	6
Opstarten en rijden	6
Wisselspanning en de aansturingen	7
Metten ten opzicht van de min van de batterij	10
Metten van spanning en de bijbehorende stroom	11
Remmen en regenereren	13
Stekker laden met CP en PP controles	13
Resolver	14
Energie stromen zichtbaar gemaakt	16
Safety Plug	17
Safety Loop	18
Laden tijdens brandstofmotor bedrijf	19
Koelsystemen	19
Storingen	19
Uitlezen live data	20

## Trainingsdoel van deze hybride Simulator

Het verduidelijken van het werkingsprincipe van hybride automobielen. Naast een Stand-Alone toepassing is de software geschikt gemaakt om de Hybride koffer rechtstreeks te koppelen met de, reeds bestaande, Galileo benzine simulator (Golf TSI).

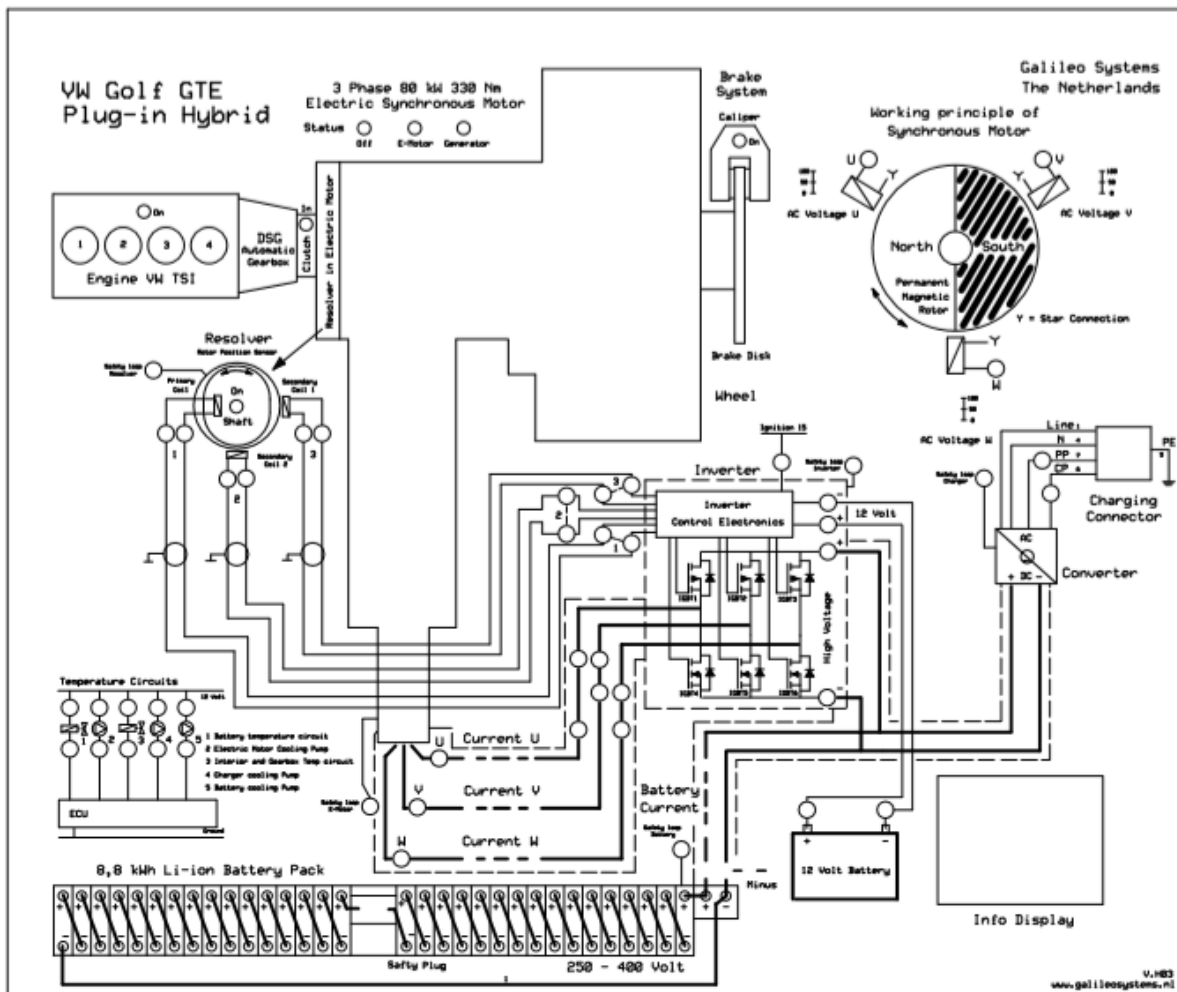
Met deze combinatie is de exacte en volledige werking te begrijpen van een plug-In Hybride auto en dat onder alle denkbare bedrijfssituaties. Er kan dus met deze simulator “gereden” worden als zijnde een echte Hybride waardoor een goed inzicht verkregen wordt in de complete werking en mogelijkheden.

### Deze bedrijfssituaties zijn:

- 1/ Elektrisch rijden (meten van spanningen en stromen).
- 2/ Meer vermogen door “bijspringen” van de brandstofmotor bij vol gas situatie.
- 3/ Regenereren van de rem-energie (meten van spanningen en stromen).
- 4/ Mechanisch (bij)remmen bij sneller afremmen of een noodstop.
- 4/ Alleen brandstofmotor bedrijf bij lege batterij.
- 5/ Bijladen tijdens brandstofmotor bedrijf.
- 6/ Stekker laden (meten van spanningen stromen).
- 7/ Veilig stellen batterij.
- 8/ Koelsystemen.
- 9/ Info display in dash-board.

# Het Hybride systeem

## De bovenplaat



Deze VW Golf GTE is uitgevoerd als een Plug-In Hybrid. Constructief gezien is de toegepaste lay-out iets anders dan de werkelijke situatie. Normaal bevindt de elektromotor zich tussen de motor en versnellingsbak. In alleen elektromotorbedrijf wordt dus ook de versnellingsbak gebruikt. In deze situatie kunnen we geen "echte mechanische" versnellingsbak realiseren vandaar dat de elektromotor op een andere positie is geplaatst en rechtstreeks de wielen aandrijft. De principewerking is verder het zelfde qua DSG automatisch, optrekken en afremmen. Dus het schakelen is waar te nemen in alleen elektrobedrijf als in elektro in combinatie met brandstofmotorbedrijf.

### Up-date naar volledig elektrische auto

Deze opstelling is tevens noodzakelijk omdat met een update van deze koffer (alleen andere bovenplaat) ook een volledige EV gerealiseerd kan worden. Een grote kostenbesparing bij overschakelen naar een EV auto.

### DSG versnellingsbak

De versnellingsbak is gesimuleerd als een DSG automaat. Deze versnellingsbak selecteert automatisch de juiste versnelling als er alleen elektrisch wordt gereden. Dit is nodig om in geval van bijspringen van de verbrandingsmotor direct het juiste vermogen en souplesse te kunnen leveren (Galileo Systems uitvoering).

## Voeding en veiligheid

De voeding is een externe unit van 24 Volt. Het gehele elektromotor-systeem heeft exact de zelfde eigenschappen en de zelfde uitvoering als de elektromotor in de Golf GTE inclusief de positie-sensor (resolver). Het verschil zit eigenlijk alleen in de spanning van de batterij. In de echte Golf GTE ligt de batterijspanning tussen 250 en 400 Volt.

Daarnaast is het aangedreven wiel verbonden met een slipkoppeling naar de elektromotor. Als het wiel per ongeluk met iets of met de hand wordt aangeraakt of stilgezet zal dit geen lichamelijk letsel veroorzaken (wiel stop direct).

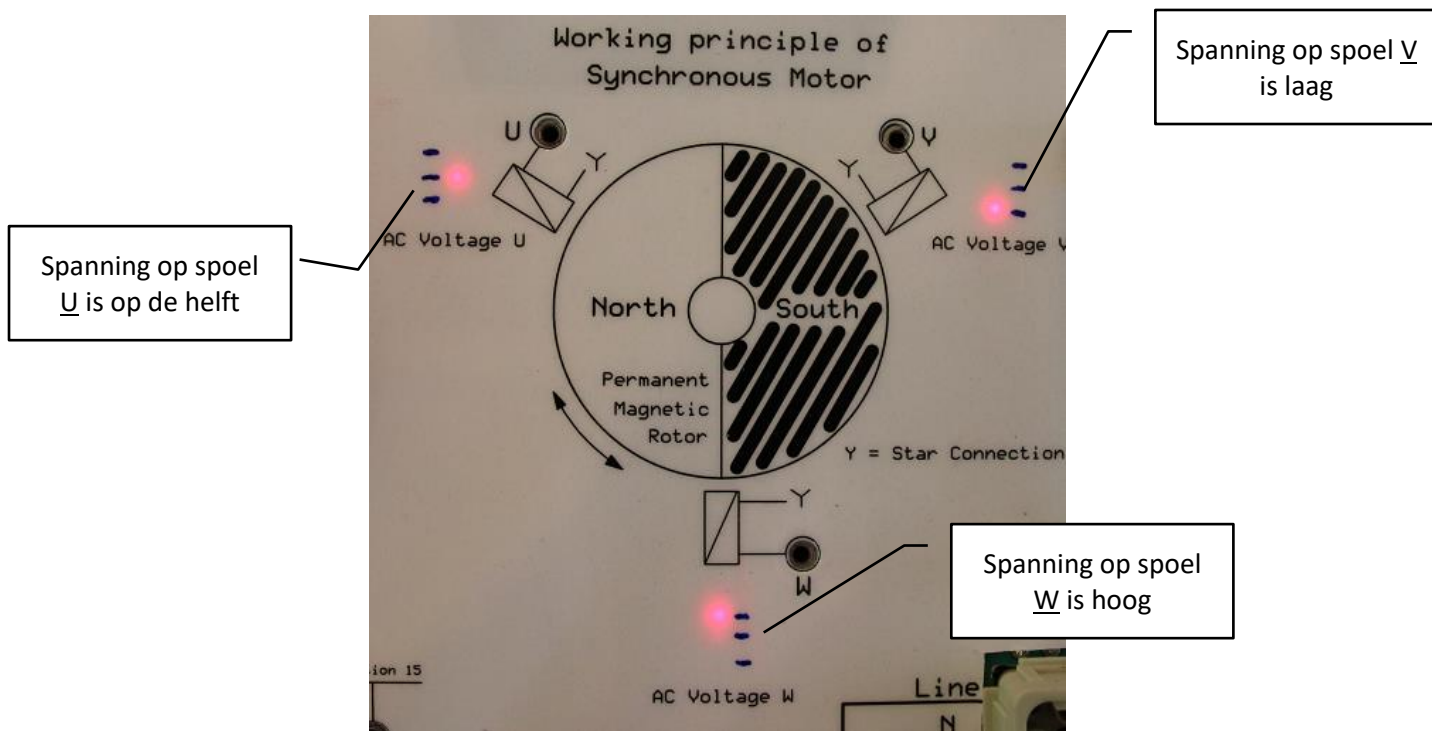
Dit simulator systeem is dus aan alle kanten volkomen veilig. Bij de "echte" hybride automobielen kunnen er nog wel eens twijfels zijn betreffende de veiligheid tijdens het meten en terecht.

## Rijden op de elektromotor (batterij capaciteit boven 20%)

### Wegrijden

Zet het contact aan., trap op de rem, zet vervolgens de automaat-selector op B/D, laat de rem los en geef gas.

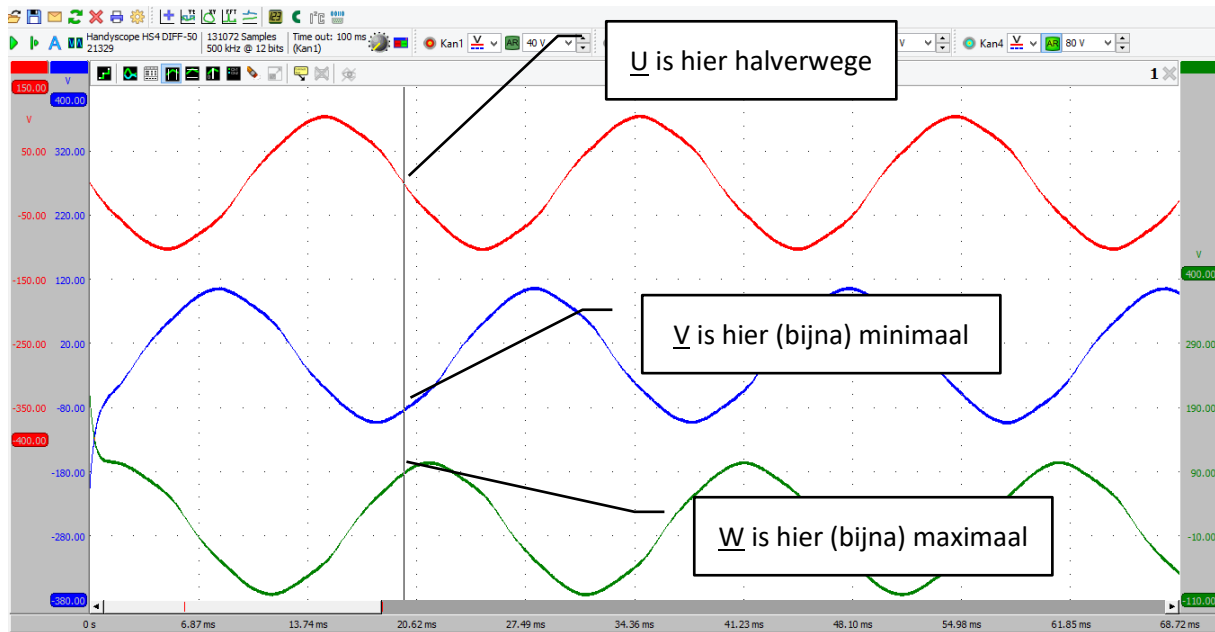
De LED's bij de elektromotor afbeelding rechts naast het wiel geven duidelijk de variatie in spanningen en de faseverschuivingen tussen de drie fase aan. In het volgende figuur is deze verschillen in de aansturing duidelijk te zien.



## Wisselspanning en de aansturingen

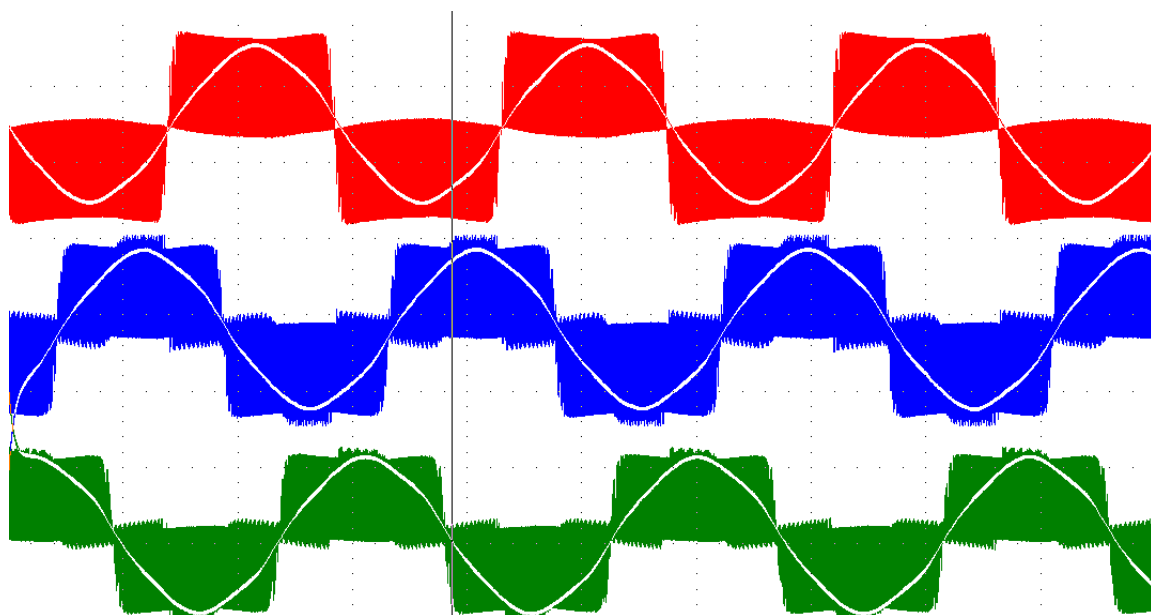
In de volgende afbeelding zijn de spanningen tussen de 3 fasen gemeten en middels een software filter (500 Hz) naar een mooie, goed zichtbare en begrijpelijke, 3 fase wisselspanning gebracht. Op het punt van de kruisdraad is de situatie weergegeven die in de vorige afbeelding is weergegeven,.

U/ 50%  
 V/ 0%  
 W/ 100%



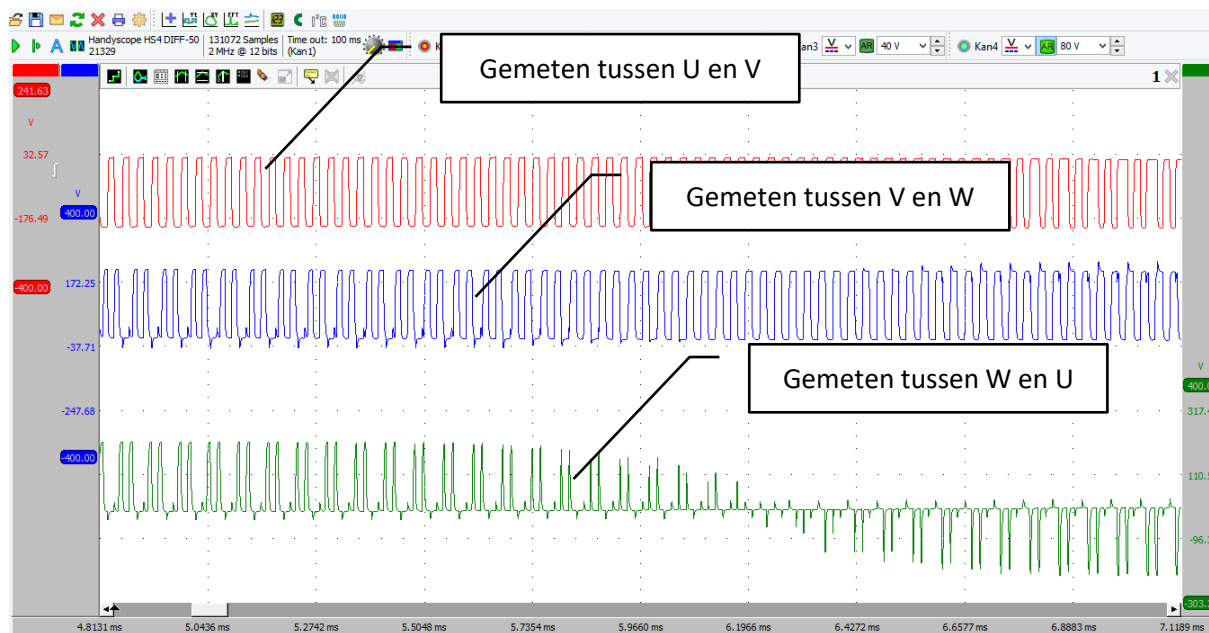
De meetprobes bezitten een versterkingsfactor van 10. De echte gemeten spanning zal niet boven de 24 Volt uitkomen maar met deze probefactor 10 instelling geeft de schaal 240 Volt aan. Dat ligt redelijk in de buurt van de werkelijke spanning van 250 – 400 Volt van de toegepaste batterij.

Zoals gezegd is de spanning gemeten met een (software) filter ingeschakeld. In basis worden de 3 fases door middel van een pulserende duty-cycle spanning gecreëerd. In het volgende figuur is de zelfde meting gedaan zonder en met filter ingeschakeld.





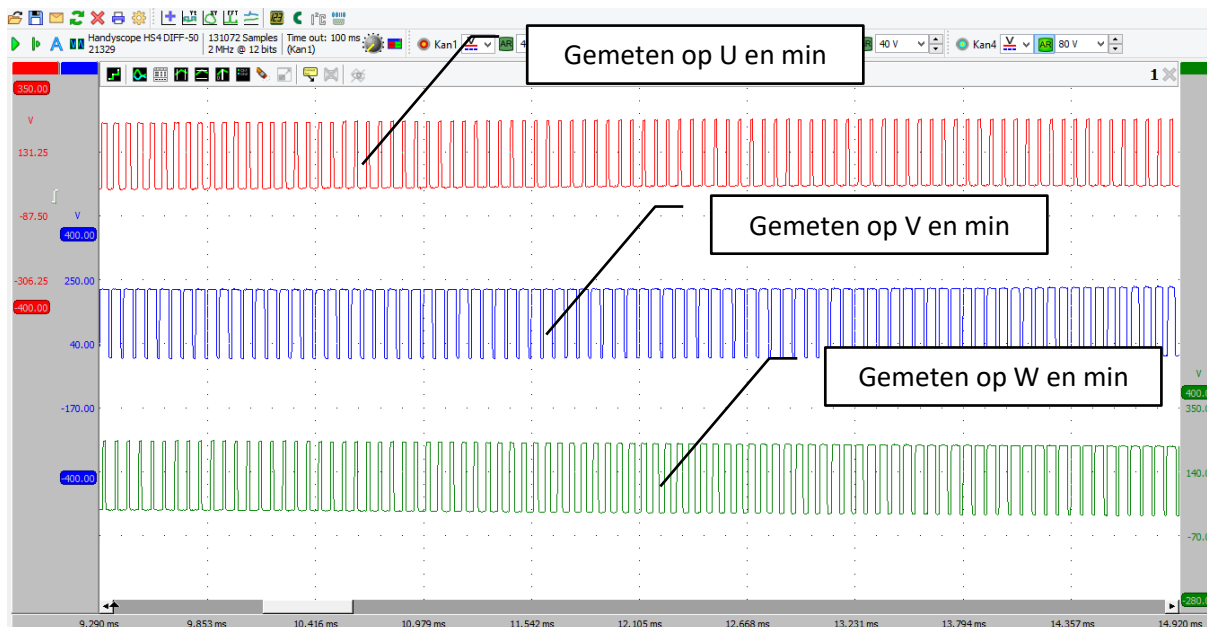
Na uitvergroting op de signalen is duidelijk een variabele duty-cycle zichtbaar.



Duidelijk is te zien dat W van positief naar negatief schakelt. Dat is natuurlijk niet zo want er is geen negatieve spanning aanwezig in de auto. Dit komt omdat er dan een andere fase hoger wordt dan deze. Let wel, er is hier TUSSEN de fase gemeten.

## Meten ten opzicht van de min van de batterij

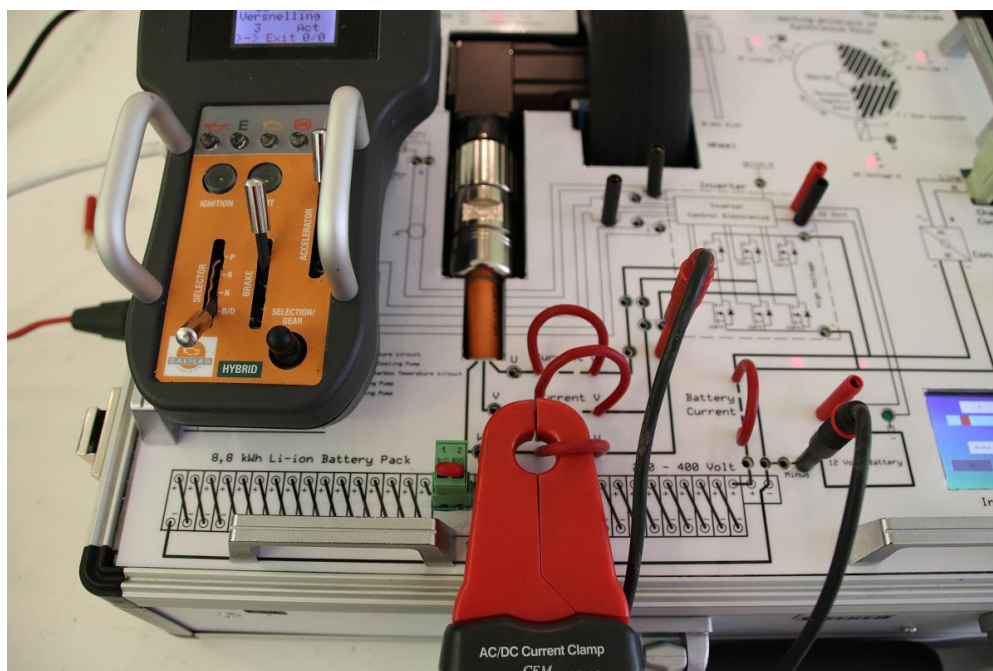
Als er gemeten wordt op de 3 fase (3 kanaals meting) ten opzichte van de min van de batterij krijg je het volgende scopebeeld.



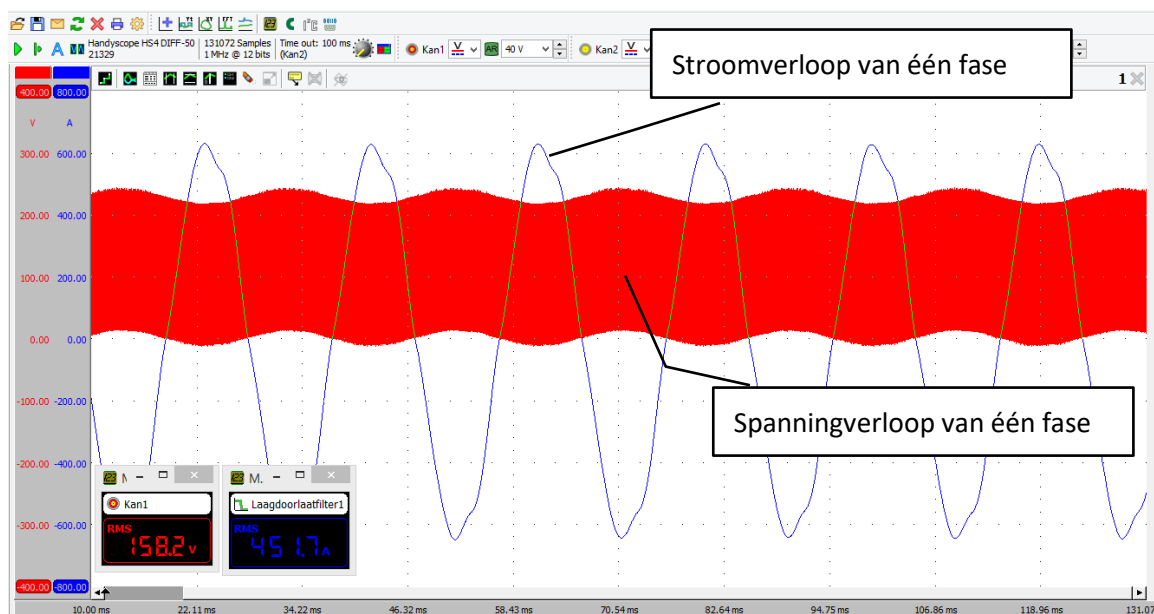
Goed te zien is dat de puls breedte continu veranderen. Bij een brede puls staat er relatief lang spanning op de betreffende spoel en zal ook de stroom hoog zijn en tevens het bijbehorende magnetisch veld.

## Meten van spanning en de bijbehorende stroom

In de volgende afbeelding is de opstelling te zien van de stroom- en spanningsmeting in de fasedraad W.

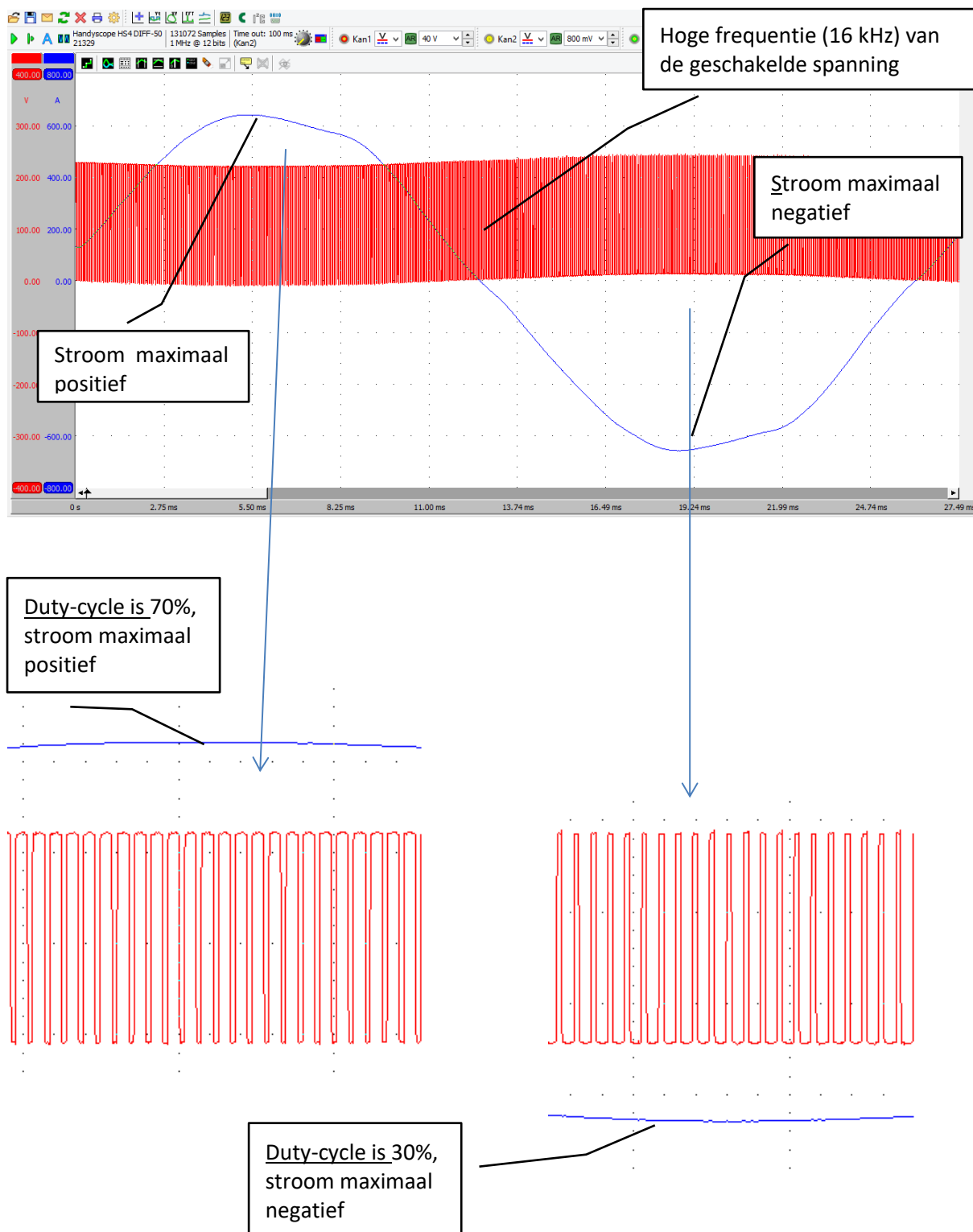


In deze meting is één fase gemeten met de bijbehorende stroom. Probe-instellingen: spanningsprobe x10, stroomprobe x1000 (100mV/A).



De spanning wordt door de Inverter middels een hoge frequentie geschakeld (16 kHz). Om een goed inzicht te krijgen van de spanningpulsen moet er ingezoomd worden.

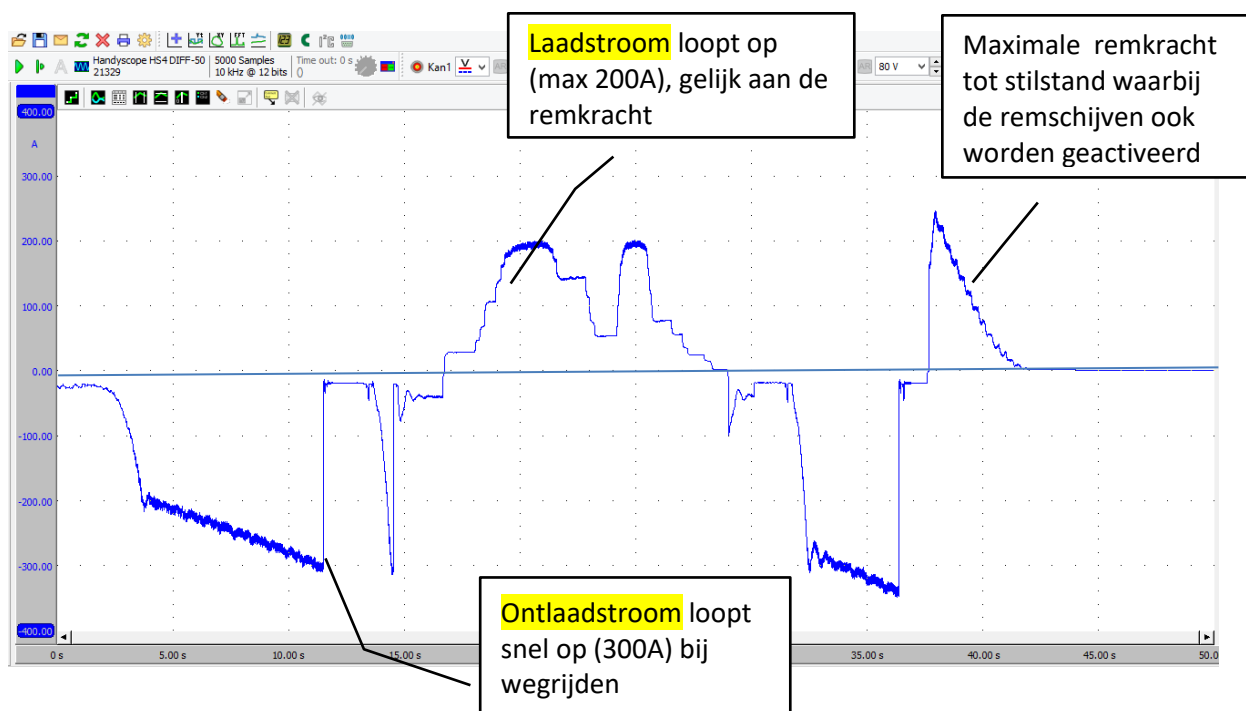
Na uitvergroting van één stroom cyclus krijgen we het volgende scopebeeld.



Na verdere uitvergroting op het hoogste en laagste stroompunt is duidelijk het verschil in duty-cycle te zien (zie boven)

## Remmen met regeneratie

Tijdens het remmen wordt de elektromotor omgeschakeld naar generatorbedrijf. Afhankelijk van de remkracht wordt er meer of minder energie naar de batterij gevoerd. Deze energie (stroom) kan met een stroomtang gemeten worden in de plusleiding van deze batterij (draadlus in plusleiding). Klem de stroomtang om de draad in de juiste richting. Stroom de batterij "in" positief en laden, stroom de batterij "uit" negatief en is dan ontladen.



De eigenschap van een elektromotor is dat het maximale koppel zeer snel aanwezig is. Er zit wel enige opbouw in om doorslippen te voorkomen. Door de juiste probe-instelling worden de stromen weergegeven die redelijk natuurgetrouw zijn. Ontlaadstromen lopen op tot 300A en de regeneratiestroom kan maximaal 210A bedragen. De werkelijk gemeten stromen op de koffer zijn respectievelijk 3A en 2,1A.

## Stekker laden

Het stekker laden is aanwezig bij dit simulator systeem. Het betreft hier een één fase laadstekker die alleen actief is als de motor is uitgeschakeld en de automaat selector in de P staat. Daarnaast zijn er een tweetal beveiligings- en besturingsdraden aanwezig in de laadstekker aangeduid met PP en CP. Als de laadstekker verbonden is met de auto kan deze niet gestart worden of rijden op elektrische aandrijving.

PP/ Proximity Pilot

CP/ Control Pilot

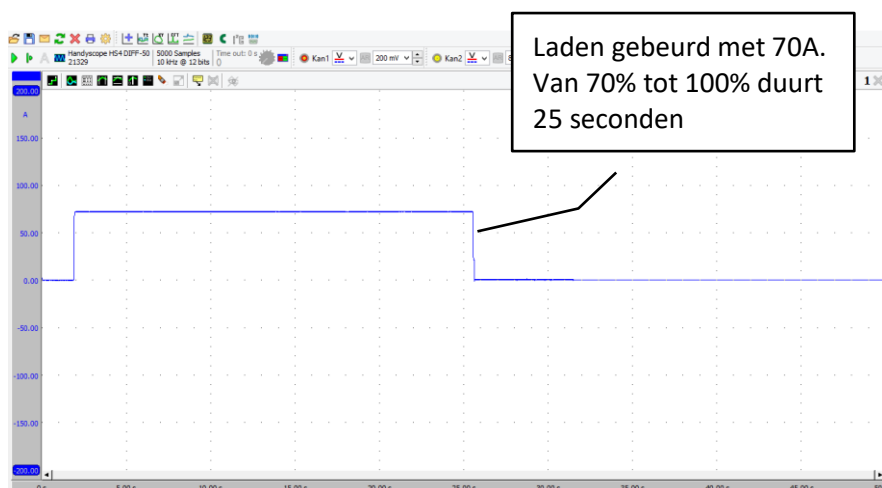
De PP draad geeft weer als de laadstekker verbonden is met de auto en laadstation. Daarnaast geeft de hoogte van de spanning aan in welke laadmoden het systeem zich bevindt. In onderstaande tabel wordt de betreffende status weergegeven.

Status A	Standby	12V
Status B	Auto gedetecteerd	9V
Status C	laden	6V
Status D	Met ventilatie	3V
Status E	Geen Power	0V
Status F	Error	-12V

De CP draad is gekoppeld met een elektronisch systeem dat aangeeft hoeveel er geladen kan worden. Op deze draad staat een spanning met een schakelfrequentie van 1kHz. De Duty-Cycle van deze spanning geeft aan hoeveel er geladen kan worden. In onderstaande tabel is de overeenkomst te zien van Duty-Cycle en laadstroom.

DC	Stroom continu
50%	30A
40%	24A
30%	18A
25%	15A
16%	9,6A
10%	6A

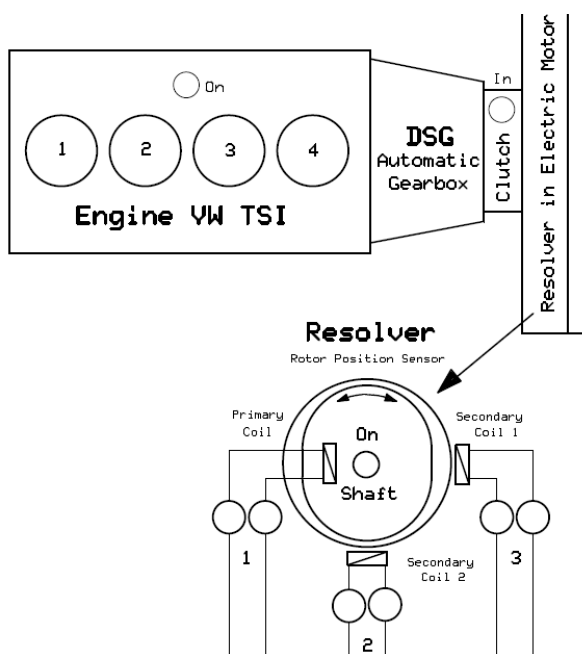
Onderstaand een laad-cyclus vanaf 70% batterij lading tot 100%. De laad en ontlaadtijden zijn bij deze simulator versneld geprogrammeerd om niet al te lang te hoeven wachten op een lege batterij (20%) of volle batterij (100%).



## Resolver

De resolver is een spoelen-sensor die exact de stand van de elektromotor-rotor doorgeeft aan de inverter. De inverter zorgt ervoor dat het 3 fase draaiveld niet te veel voor gaat lopen op de magnetische polen van de permanent rotor. Als het draaiveld te snel gaat kan er een situatie ontstaan dat ineens de rotor de andere kant op wil draaien. Met deze krachten kan dat desastreus zijn voor de mechanische overbrenging of componenten.

In het volgende figuur is de resolver afgebeeld.

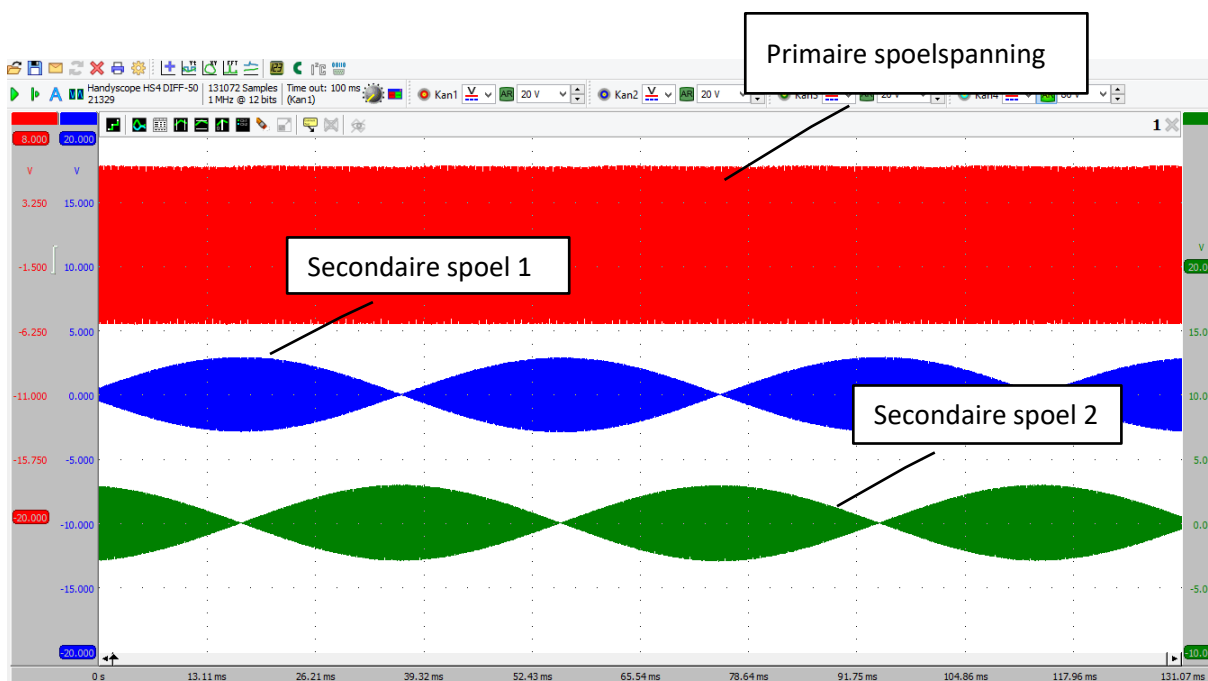


De resolver is in de elektromotor aangebracht en bestaat uit 3 spoelen

Er is een primaire spoel en 2 sensor-spoelen die 90 graden van elkaar zijn verschoven. Op de primaire spoel staat een vaste wisselspanning die de draaiende rotor-sensor magnetisch maakt. Deze sensor is dus een soort transformator met twee secundaire spoelen.

Deze rotor-sensor is niet geheel rond maar bezit twee grotere luchtspleten. De sensor-spoelen worden om beurten onder meer of minder magnetisch veld gebracht. Hierdoor ontstaat er op de secundaire spoelen een in hoogte variabele wisselspanning.

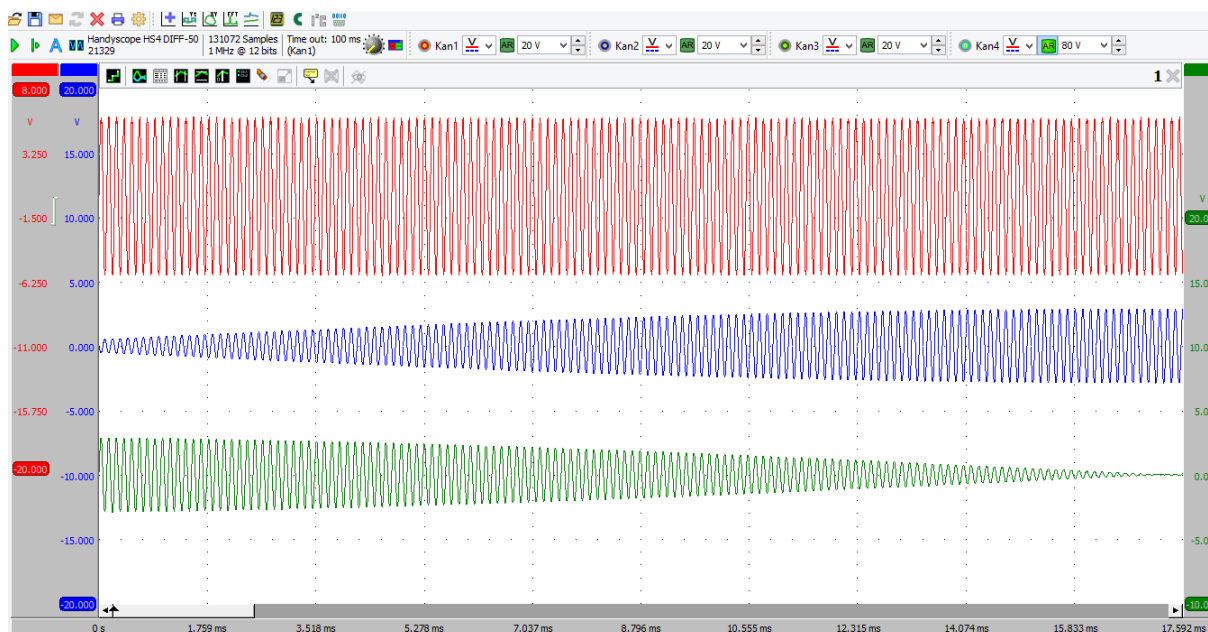
In het volgende scopebeeld zijn de drie spanningen gemeten.



Het bovenste signaal is de wisselspanning van de primaire spoel. De twee onderste signalen zijn respectievelijk Coil 1 en coil 2. Duidelijk is te zien dat hoogte van de opgewekte spanning uit de secundaire spoelen 90 graden verschoven zijn. De Inverter kan uit deze twee signalen exact de positie van de rotor herleiden.



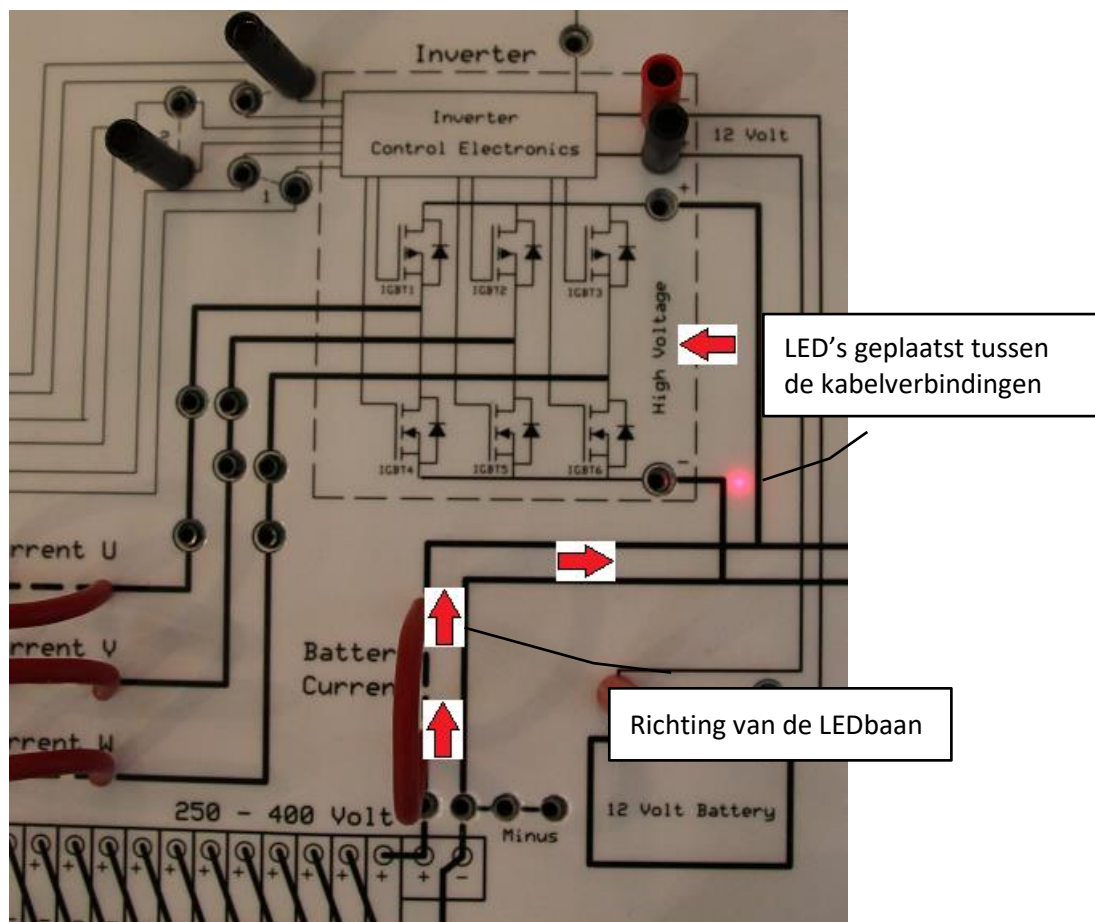
In het volgende ingezoomde scopebeeld is te zien dat het hier om een wisselspanningen gaat.



## Energiestromen

De Hybride simulator is voorzien van LED lichtbanen waarmee de energiestromen zichtbaar worden gemaakt. Zo zal er een lichtbaan verschijnen vanuit de batterij richting de Inverter tijdens elektrobedrijf. De zelfde lichtbaan, maar dan andersom richting batterij. En een lichtbaan bij laden via de stekker.

De lichtbanen zullen in snelheid variëren als de energiestroom toe of afneemt. Het geeft in ieder geval goed aan hoe het werkt allemaal. In het volgende figuur is deze energiestroom te zien.



## Safety plug

De safety plug is in de Golf GTE officieel niet aanwezig. Toch hebben we gemeend om deze in het batterijpakket te plaatsen omdat vele Hybride automobielen deze plug bezitten en zodoende de procedures rond dit fenomeen te verduidelijken. Bij verwijderde Safety Plug kan de auto niet rijden en zijn de betreffende batterij spanningen te meten (2 x 12 Volt batterij pakketten)

## Safety Loop

In het gehele systeem is en Safety Loop aangebracht (fictief). Dat wil zeggen dat als er een onderdeel of kabels van het Hybride systeem worden losgehaald er een loop wordt onderbroken. Dit resulteert in een blokkering van het gehele systeem met de bijbehorende defectcode en uitlezing.

## Laden tijdens brandstofmotorbedrijf

Via het info-display kan er gekozen worden of de brandstofmotor de accu bijlaad naast de regeneratie tijdens het remmen. Dit geeft een hogere brandstofverbruik en is dus een keuze van de bestuurder.

## Koelsystemen

In deze Golf zijn er een aantal koelsystemen actief zoals het koelen van de batterij, inverter, converter en elektromotor. Deze sturingen zijn op de simulator te meten in de vorm van pompsturingen en duty-cycle sturingen op diverse regelkleppen.

## Storingen (onder constructie, gereed medio december 2019)

In dit Hybrid systeem zijn ongeveer een 20-tal storingen ingebouwd en via de display in de bedieningsconsole aankiesbaar.

## Live data (onder constructie, gereed medio november 2019)

Alle relevante live data is uitleesbaar via de display in de bedieningsconsole.

Het Galileo Team