

Onderzoek naar de oorzaak van hinderlijke spanningsdips

Opgetreden van Q2 2015 tot en met Q1 2016



Versie 1.0 Definitief

Autorisatieblad

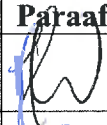
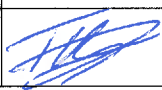
Onderzoek naar de oorzaak van hinderlijke spanningsdips

Opgetreden in Q2 2015 tot en met Q1 2016

Versiebeheer:

Versie	Datum	Wijzigingen/Status
Concept	14-06-2016	Conceptrapport voor review TenneT
Definitief	04-07-2016	Commentaar TenneT verwerkt

Autorisatie:

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	Hans Wolse		27-06-2016
Gecontroleerd door	Luuk Derksen		27-06-2016
Vrijgegeven door	Tom Bogaert		04-07-2016

Samenvatting

De Netcode Elektriciteit maakt op basis van duur en restspanning een onderscheid naar ‘hinderlijke’ en ‘niet-hinderlijke’ spanningsdips. Conform artikel 3.3.6a van de Netcode dient de netbeheerder tenminste een onderzoek naar de fysieke oorzaken in te stellen indien het aantal opgetreden hinderlijke spanningsdips per categorie op een aansluiting hoger is dan het aantal toegestane hinderlijke spanningsdips. Deze spanningsdips zijn geregistreerd in een periode van vier aaneengesloten kwartalen. TenneT heeft Movares opdracht gegeven om dit onderzoek uit te voeren voor de periode Q2 2015 tot en met Q1 2016.

TenneT registreert de spanningskwaliteit op meer dan 100 locaties. Tijdens de genoemde periode is op 9 van deze locaties een overschrijding van het maximaal toegestane aantal hinderlijke spanningsdips geregistreerd. In totaal gaat het hierbij om 235 geregistreerde hinderlijke spanningsdips.

Binnen dit onderzoek zijn de volgende stappen doorlopen:

1. verzamelen dipgegevens (o.a. tijdstip, diepte, duur);
2. verzamelen achtergrondinformatie;
3. analyseren verzamelde achtergrondinformatie;
4. rubriceren van de spanningsdips naar mogelijke fysieke oorzaken;
5. vaststellen van de fysieke oorzaken.

Van de 235 hinderlijke spanningsdips zijn 233 geregistreerd in het de periode 3-1-2016 tot en met 7-1-2016. In deze periode deed zich het fenomeen lijndansen voor. Door ijsafzetting op de geleiders in combinatie met wind zijn de geleiders van de verschillende fasen onafhankelijk van elkaar gaan bewegen. Hierdoor ontstaan spanningsdips als gevolg van overslag tussen de geleiders van verschillende fasen. Tijdens deze periode zijn circuits (meeste (E)HS-lijnen bestaan uit twee gelijke parallelle circuits) door beveiligingen uitgeschakeld. Na een uitschakeling werd in aantal situaties automatisch of handmatig het betreffende circuit weer ingeschakeld. Doordat soms de kortsluiting nog aanwezig was, ontstonden er nieuwe spanningsdips. Deze zijn aangemerkt als categorie A en A' spanningsdips. Categorie A in het geval van een handmatige schakelhandeling en A' in het geval van een automatische schakelhandeling.

Het resultaat van het onderzoek is samengevat in Tabel S.1.

Tabel S.1 Resultaat van het onderzoek naar hinderlijke spanningsdips

Meternr	Locatie	Aantal	Rubriek	Fysieke oorzaak
HS004	Graetheide	1	A	Inschakelen van een scheider op een gedeeltelijk gearde situatie doordat een aarder gefaald was
HS015	Grijpskerk	2	E	Lijndansen
HS115	Zeyerveen	1	F	Onbekend zeer waarschijnlijk door onderhoud aan het meetcircuit ontstaan.
EHS006	Eemshaven	6	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen

Meternr	Locatie	Aantal	Rubriek	Fysieke oorzaak
		24	E	Lijndansen
EHS007	Eemshaven	6	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		24	E	Lijndansen
EHS013	NorNed	6	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		24	E	Lijndansen
EHS020	Eemshaven Oude Schip	6	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		24	E	Lijndansen
EHS025	Eemshaven	5	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		22	E	Lijndansen
EHS026	NorNed	6	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		24	E	Lijndansen

Van de 233 spanningsdips in de eerste week van januari 2016 is voor 144 de fysieke oorzaak lijndansen vastgesteld. De 89 resterende spanningsdips in deze periode zijn toegewezen aan een handeling (handmatig of automatisch) van de netbeheerder. De netbeheerder heeft deze schakelhandelingen uitgevoerd met als doel de stabiliteit van het net te kunnen waarborgen.

De overige twee te onderzoeken spanningsdips zijn voorgekomen in de maand november. Één spanningsdips is ontstaan doordat een scheider ingeschakeld werd op een gefaalde aarder. Van deze aarder was één fase uitgeschakeld maar de andere twee fasen waren nog ingeschakeld. Voor de andere spanningsdip is geen correlatie gevonden met activiteiten in het net van TenneT. Wel is bekend dat in het veld waar de meter aangesloten is, werkzaamheden plaats hebben gevonden. Met grote waarschijnlijkheid is deze spanningsdip niet door aangeslotenen ervaren maar is ontstaan door werkzaamheden aan het meetcircuit.

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
1 Inleiding	4
2 Aanpak	5
3 Uitvoering en resultaten	7
3.1 Verzamelen dipgegevens	7
3.2 Verzamelen achtergrond informatie	8
3.3 Analyse verzamelde informatie TenneT	8
3.4 Overige informatie	9
3.5 Vaststellen rubriek en fysieke oorzaak	10
3.5.1. <i>Graetheide</i>	11
3.5.2. <i>Zeyerveen</i>	11
3.5.3. <i>Lijndansen</i>	11
3.6 Eindresultaat	14
Bijlage A Ontvangen informatie van TenneT	15
Bijlage B HS004 Greatheide	16
Bijlage C HS015 Grijskerk	18
Bijlage D HS115 Zeyerveen	20
Bijlage E EHS006 Eemshaven	22
Bijlage F EHS007 Eemshaven	34
Bijlage G EHS013 NorNed	46
Bijlage H EHS020 Eemshaven Oude Schip	58
Bijlage I EHS025 Eemshaven	70
Bijlage J EHS026 Norned	82
Colofon	94

1 Inleiding

Als onderdeel van het landelijke Power Quality meetprogramma worden spanningsdips geregistreerd. Spanningsdips zijn onder te verdelen in een aantal categorieën. Volgens de begrippenlijst van de Netcode Elektriciteit is een hinderlijke spanningsdip “een spanningsdip met een duur van 10 tot 200 milliseconde en een restspanning van minder dan 40%, of met een duur van 200 tot 500 milliseconde en een restspanning van minder dan 70% of met een duur van 500 tot 5.000 milliseconde en een restspanning van minder dan 80%”.

Conform paragraaf 3.3.6a van de Netcode Elektriciteit dient de netbeheerder tenminste een onderzoek in te stellen indien het aantal opgetreden hinderlijke spanningsdips per categorie (duur en diepte) op een aansluiting in periode van vier aaneengesloten kwartalen hoger is dan het aantal toegestane spanningsdips in de desbetreffende categorie.

In de onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de meetlocaties waar overschrijdingen van het aantal toelaatbare hinderlijke spanningsdips zijn geconstateerd in Q1 van 2016 (periode van Q2 2015 t/m Q1 2016). In bijlage B tot en met bijlage J wordt voor elke locatie de mate van overschrijding weergegeven, evenals een grafische weergave van het verloop van de geregistreerde spanningsdips.

Tabel 1.1 Meetlocaties met overschrijdingen van het aantal toelaatbare hinderlijke spanningsdips

Meetlocatie	Spanning	Plaats
HS004	150kV	Graetheide
HS015	110kV	Grijpskerk
HS115	110kV	Zeyerveen
EHS025	220kV	Eemshaven Robbenplaat
EHS007	380kV	Eemshaven
EHS020	380kV	Eemshaven Oude Schip
EHS006	380kV	Eemshaven
EHS013	380kV	Eemshaven NorNed
EHS026	380kV	Eemshaven NorNed

Uit Tabel 1.1 blijkt dat op negen locaties in het net van TenneT overschrijdingen van het maximaal toelaatbare aantal hinderlijke spanningsdips zijn geconstateerd. Drie locaties bevinden zich in het HS-netvlak en zes in het EHS-netvlak. Alleen stations met overschrijdingen van het aantal hinderlijke spanningsdips binnen een categorie zijn onderzocht. Er zijn andere locaties waar ook hinderlijke spanningsdips geregistreerd zijn, maar waarbij het aantal spanningsdips het maximale aantal uit de Netcode Elektriciteit niet overschrijdt. Informatie over deze locaties is beschikbaar via de website www.uwspanningskwaliteit.nl

Dit rapport beschrijft het onderzoek naar hinderlijke spanningsdips, in hoofdstuk 2 wordt het plan van aanpak beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de uitvoering en de resultaten van het onderzoek. Het rapport wordt afgesloten met een samenvatting in hoofdstuk 4.

2 Aanpak

Spanningsdips kunnen verschillende fysieke oorzaken hebben. Daarom is er geen generieke aanpak die 100% uitsluitel geeft over de fysieke oorzaak van de spanningsdips. Om het onderzoek uit te kunnen voeren naar de fysieke oorzaak van deze spanningsdips is het onderstaande stappenplan gehanteerd:

1. verzamelen dipgegevens (o.a. tijdstip, diepte, duur);
2. verzamelen achtergrondinformatie;
3. analyseren verzamelde achtergrondinformatie;
4. rubriceren van de spanningsdips naar mogelijke fysieke oorzaken;
5. vaststellen van de fysieke oorzaken;
6. terugkoppeling aan TenneT verschillen in gevonden oorzaken.

Bovengenoemde stappen worden hieronder kort toegelicht.

Verzamelen dipgegevens

Tijdens het verzamelen van de dipgegevens zijn de tijdstippen, diepte en duur van de betreffende spanningsdips uit de database van de PQ-meters opgehaald en tot een lijst verwerkt.

Verzamelen achtergrondinformatie

De volgende achtergrondinformatie is bij TenneT opgevraagd:

- a) STR-bestanden (log-bestanden) van het bedrijfsvoeringssysteem waarin de schakelhandelingen van de componenten worden gelogd; bijbehorende momentane netconfiguratie is opgevraagd;
- b) Waarnemingen lijst van het bedrijfsvoering centrum;
- c) Classificatie hinderlijke spanningsdips door TenneT;
- d) storingsrapporten en overzichten van gebeurtenissen rond tijdstippen van spanningsdips (bijv. kortsluiting en in/uit schakelen);
- e) Registratie(s) van beveiligingsrelais;
- f) Registratie(s) storingschrijvers.

In bijlage A is een overzicht weergegeven met daarin opgenomen de aangeleverde informatie door TenneT.

Analyseren verzamelde informatie

Op basis van de beschikbare gegevens is een analyse uitgevoerd om te achterhalen wat de categorisering is volgens de Netcode. Vervolgens is de fysieke oorzaak van de spanningsdip bepaald. De analyse bestaat hoofdzakelijk uit de volgende stappen:

1. De lijst met spanningsdips rubriceren aan de hand van de log-bestanden van het bedrijfsvoeringcentrum van TenneT;
2. Op basis van datum en tijd de items uit de lijst met spanningsdips correleren aan de handelingen/gebeurtenissen die in de log-bestanden zijn geregistreerd;
3. Controle aan de hand van het waarnemingen document en de golfvorm van de spanningsdip of de gevonden correlatie logisch is;
4. Vaststellen categorie Netcode;
5. Vaststellen fysieke oorzaak.

Ad. 1) Rubriceren van de spanningsdips

Op basis van de analyse is voor elke spanningsdip getracht aanwijzingen te vinden die mogelijk duiden op een fysieke oorzaak. Deze aanwijzingen zijn gerubriceerd naar analogie van de mogelijke oorzaken uit Netcode artikel 3.2.1b.

Ad. 2) Vaststellen van fysieke oorzaken

Na de correlatie van de lijst met spanningsdips en de log-bestanden is er een slag dieper gekeken naar aanwijzingen van een fysieke oorzaak die mogelijk aan de betreffende spanningsdip ten grondslag ligt. Deze slag is gemaakt op basis van storingsregistraties, storingsrapporten en andere (openbare) beschikbare gegevens. Daarnaast is gebruik gemaakt van de ervaringen en expertise van de medewerkers van het bedrijfsvoeringcentrum.

Terugkoppeling richting TenneT

Na analyse is een lijst opgesteld van alle te onderzoeken spanningsdips met een categorie en een oorzaak. Deze lijst is vergeleken met de opgave van TenneT met betrekking tot de categorisering. Bij eventuele verschillen is TenneT gevraagd om een reactie.

3 Uitvoering en resultaten

3.1 Verzamelen dipgegevens

De te onderzoeken locaties met een overschrijving zijn in Tabel 3.1 weergegeven. In totaal zijn 235 spanningsdips onderzocht. Echter doordat één spanningsdip op meerdere meetlocaties geregistreerd kan worden, is de fysieke oorzaak van die spanningsdip gelijk. In totaal gaat het om 45 unieke oorzaken.

Tabel 3.1 Overzicht van de locaties met een overschrijding van de hinderlijke spanningsdips

Locatie			Categorie (hinderlijke spanningsdips)		
Volgnr.	Meternr.	Locatie	Aantal	Restspanning [%]	Duur [ms]
1	HS004	Graetheide	1	$70 > u \geq 40$	$1\ 000 < t \leq 5\ 000$
2	HS015	Grijpskerk	2	$70 > u \geq 40$	$200 < t \leq 500$
3	HS115	Zeyerveen	1	$70 > u \geq 40$	$1\ 000 < t \leq 5\ 000$
4	EHS006	Eemshaven	19	$40 > u \geq 5$	$10 \leq t \leq 200$
			11	$70 > u \geq 40$	$200 < t \leq 500$
			9	$40 > u \geq 5$	$200 < t \leq 500$
5	EHS007	Eemshaven	19	$40 > u \geq 5$	$10 \leq t \leq 200$
			10	$70 > u \geq 40$	$200 < t \leq 500$
			10	$40 > u \geq 5$	$200 < t \leq 500$
6	EHS013	NorNed	19	$40 > u \geq 5$	$10 \leq t \leq 200$
			10	$70 > u \geq 40$	$200 < t \leq 500$
			10	$40 > u \geq 5$	$200 < t \leq 500$
7	EHS020	Eemshaven Oude Schip	19	$40 > u \geq 5$	$10 \leq t \leq 200$
			10	$70 > u \geq 40$	$200 < t \leq 500$
			10	$40 > u \geq 5$	$200 < t \leq 500$
8	EHS025	Eemshaven	17	$40 > u \geq 5$	$10 \leq t \leq 200$
			10	$70 > u \geq 40$	$200 < t \leq 500$
			9	$40 > u \geq 5$	$200 < t \leq 500$
9	EHS026	NorNed	19	$40 > u \geq 5$	$10 \leq t \leq 200$
			11	$70 > u \geq 40$	$200 < t \leq 500$
			9	$40 > u \geq 5$	$200 < t \leq 500$

In Tabel 3.2 is een overzicht gegeven van spanningsdips per locatie en per datum.

Tabel 3.2 Overzicht van de locaties en datum van optreden

Locatie	02-11-2015	23-11-2015	03-01-2016	04-01-2016	05-01-2016	07-01-2016
HS004 Graetheide	1					
HS015 Grijpskerk			2			
HS115 Zeyerveen		1				
EHS006 Eemshaven			18	16	4	1
EHS007 Eemshaven			18	16	4	1
EHS013 NorNed			18	16	4	1
EHS020 Eemshaven Oude Schip			18	16	4	1
EHS025 Eemshaven			18	15	3	
EHS026 NorNed			18	16	4	1

In bijlage B tot en met bijlage J wordt voor elke locatie de mate van overschrijding weergegeven, evenals een grafische presentatie van het verloop van de geregistreerde spanningsdips.

3.2 Verzamelen achtergrond informatie

In eerste instantie zijn door TenneT de zogenaamde log-bestanden van het bedrijfsvoeringcentrum aangeleverd. In deze log-bestanden zijn schakelstanden van componenten en het aanspreken van beveiligingen terug te vinden. Het tijdstempel in deze log-bestanden is het moment dat de melding op het bedrijfsvoeringcentrum binnen is gekomen van de schakelstand van het component of het aanspreken van een beveiliging. Dagelijks vindt er tijdsynchronisatie met een tijdserver plaats voor zowel de PQ-meters als de logging van het bedrijfsvoeringcentrum. Tijdens een eerder onderzoek (RMI-ME-1400AR4001 Rapportage onderzoek naar hinderlijke spanningsdips definitief versie 1.1) is vastgesteld dat het verschil tussen het tijdstempel maximaal 5 seconden zou mogen zijn als gevolg van looptijden tussen de registratie op het station en het bedrijfsvoeringcentrum.

3.3 Analyse verzamelde informatie TenneT

Aan de hand van de log-bestanden is voor elke spanningsdip getracht een correlatie te maken met activiteiten in het station. Voor de spanningsdip in Graetheide is een verschil in tijd gevonden van 2 seconden. Voor de spanningsdips die geregistreerd zijn op 3-1 tot en met 7-1 blijkt het tijdsverschil tussen de spanningsdips en registratie van een activiteit in het hoogspanningsstation groter te zijn. Veelal is een verschil in de orde grootte van 7 seconden aangetroffen. Aan TenneT is een verklaring gevraagd, aangezien uit het eerdere onderzoek is gebleken dat de logbestanden goed matchen met het tijdstip van de spanningsdips. Hierop is nog geen officiële reactie gekomen maar het vermoeden bestaat dat door de grote hoeveelheid events gedurende deze dagen een 'file' is ontstaan waardoor het tijdstempel later gezet is. Het zetten van het tijdstempel wordt niet in het station gedaan maar in het centrale systeem zoals eerder aangegeven. Voor de spanningsdip op Zeyerveen is geen correlatie gevonden.

De grotere afwijking in tijd tussen de twee systemen, maakt het lastiger om goed vast te stellen welke gebeurtenissen er plaats hebben gevonden op/rondom het tijdstip van de spanningsdip. Daarnaast is geconstateerd dat meldingen met hetzelfde tijdstempel soms in een niet logische volgorde van de logfile staan. Ter illustratie normaal gesproken is het zo dat eerst een beveiliging aanspreekt en vervolgens een vermogensschakelaar wordt uitgeschakeld als gevolg van een trip door de beveiliging. In de log-bestanden komt het voor dat deze twee meldingen onderling verwisseld zijn.

Daarom is aan TenneT gevraagd om voor de te onderzoeken stations meer informatie aan te leveren waarin tijdregistratie plaatsvindt. Hierbij moet gedacht worden aan informatie van storingschrijvers en of registraties van beveiligingsrelais. TenneT heeft aangegeven dat aanvullende informatie met accurate tijdstempels niet beschikbaar is.

Het bedrijfsvoeringcentrum houdt een waarnemingen logboek bij, dit logboek wordt handmatig aangemaakt en is dus niet geheel tijdsynchroon maar geeft wel een beeld van wat er in een periode van tijd gebeurd is. TenneT heeft het waarnemingen logboek [2] verstrekt.

Voor de geregistreerde spanningsdip in Graetheide heeft TenneT een storingsonderzoek in Terwinselen laten uitvoeren [3]. Uit dit onderzoek is af te leiden wat de oorzaak is van de spanningsdip in Graetheide.

3.4 Overige informatie

Naast informatie van TenneT zijn ook andere bronnen geraadpleegd ter onderbouwing van de fysieke oorzaak van de spanningsdips. Deze bronnen bevestigen dat in de periode van 3-1 tot en met 7-1 veel spanningsdips zijn geregistreerd. De oorzaak lag aan ijzel (ijzsafzetting op de geleiders) in combinatie met wind waardoor de geleiders van de hoogspanningsverbindingen onafhankelijk van elkaar gingen bewegen. Met als gevolg, dat als de geleiders te dicht bij elkaar in buurt komen, er overslagen ontstaan. Deze overslagen zorgen voor kortsluitingen en daardoor ook voor spanningsdips in het net.

Op de KNMI site staat het onderstaande:

“Kort na middernacht op 3 januari daalde de temperatuur in het noordoosten tot onder het vriespunt. Tegelijkertijd trok de eerste neerslag vanuit het zuiden over het land. In het noorden was dit in de vorm van ijzel, lokaal werd ook wat sneeuw waargenomen. In de loop van de middag werd het overwegend droog. Een volgend regengebied trok in de late avond van de 3e vanuit het zuidwesten noordoostwaarts. Vanaf middernacht begon het in het noorden te sneeuwen. Daarbij ontstond in Friesland, Drenthe en Groningen lokaal een sneeuwdek met een dikte tot 3 cm. Er stond daarbij een matige, soms vrij krachtige oostenwind. De ijzellast, aanwezig op hoogspanningsleidingen, zorgde in combinatie met de wind tot het zogenaamde "lijndansen" waardoor korte spanningsonderbrekingen optraden in het elektriciteitsnet. In de loop van de ochtend van 4 januari nam de intensiteit van de neerslag af. Af en toe viel nog wat lichte sneeuw, meer naar het zuiden ijzelde het. ” (KNMI.NL)

Ook andere media berichten over spanningsdips op verschillende dagen.

Eemshavenonline.nl “Dansende stroomleidingen tot aan de Eemshaven” (3-1-2016)

RTVNoord.nl “Zernike ligt grotendeels plat door lijndansen” (4-1-2016)

RTVNoord.nl “stroomdips nemen weer toe” (7-1-2016)

3.5 Vaststellen
rubriek en
fysieke oorzaak

Op basis van de correlaties en aanvullende bronnen zijn de spanningsdips in rubrieken ingedeeld.

A: handeling van een netbeheerder	Een handeling (vaak het inschakelen van een (vermogens)schakelaar) van de netbeheerder leidt tot spanningsdip. Dit kan komen doordat er geschakeld wordt op een aanwezige fout. Voor dit onderzoek zijn ook automatische schakelhandeling ingeschaald in rubriek A.
B: handeling van een aangeslotene	Als in de omschrijving in het log-bestand van de handeling "aangeslotene" / "andere zijde" staat vermeld.
C: kortsluiting in het net;	Als in de beschrijving "beveiliging is aangesproken" of iets van gelijke strekking is gevonden, zonder voormeldingen. Tenzij op basis van andere bronnen aannemelijk gemaakt kan worden dat het door andere oorzaken is ontstaan
D: kortsluiting in de installatie van een aangeslotene;	Als in de beschrijving "beveiliging andere zijde is aangesproken" of iets van gelijke strekking is aangetroffen. De aanname is dat bij een kortsluiting in de installatie van een aangeslotene de bijbehorende beveiliging sneller afschakelt. Tenzij op basis van andere bronnen aannemelijk gemaakt kan worden dat het door andere oorzaken is ontstaan
E: externe invloeden, zoals weersomstandigheden.	Op basis van log-bestanden is deze rubriek niet aan de orde en zou uit aanvullende informatie van TenneT of derden moeten blijken dat externe invloeden de oorzaak van spanningsdips kunnen zijn.
F: overige en onbekende oorzaken.	Als er geen informatie uit de log-bestanden beschikbaar is en als uit andere bronnen blijkt dat ook hier geen aanwijzingen zijn wat kan duiden op de oorzaak van de spanningsdip, is deze rubriek gekozen.

Initieel zijn alle te onderzoeken spanningsdips in de periode 3-1 tot en met 7-1 toegewezen aan rubriek E. Echter als op basis van de logbestanden en het waarnemingendocument blijkt dat andere oorzaken het gevolg kunnen zijn, is de rubricering aangepast. Zo is in een aantal gevallen sprake is geweest van automatische of handmatige schakelacties waardoor de rubriek is veranderd naar "Handeling van een netbeheerder"

TenneT heeft in zijn net een functionaliteit geïmplementeerd om na een kortsluiting (1 of meer fasen) de vermogensschakelaar gelijk weer in te schakelen. Fouten van tijdelijke aard worden op die manier snel opgelost. Denk hierbij aan een stuk draad dat uit een vogelnest valt. Echter indien de kortsluiting nog aanwezig is, wordt er in dat geval ingeschakeld op een fout en ontstaat er als gevolg van een kortsluiting een tweede spanningsdip. De beveiliging zal de vermogensschakelaar nu definitief uitschakelen.

Omdat circa 80% van de kortsluitingen van tijdelijke aard zijn verhoogd deze automatische schakelhandelingen de beschikbaarheid van de lijn doordat de lijn binnen 1 á 2 seconde weer in bedrijf is.

In dit onderzoek zijn automatische schakelhandelingen aangemerkt als A'.

3.5.1. Graetheide

De oorzaak van de spanningsdip op Graetheide ligt in Terwinselen. Tijdens onderhoudswerkzaamheden is een deel van het station geaard. Na de werkzaamheden wordt de installatie gereed gemaakt voor inbedrijfname. Na het uitschakelen van de scheider ontstaat er een kortsluiting bij het inschakelen van de vermogensschakelaar. De oorzaak van deze sluiting is het feit dat van een driepolige aarder nog twee polen waren ingeschakeld als gevolg van een defect in de aandrijving van de aarder. De pool van fase 12 was uitgeschakeld echter de polen in fase 8 en 4 waren in tegenstelling tot de standmelding nog ingeschakeld. Door inschakeling ontstaat een kortsluiting deze leidde tot uitval van het station en tot een spanningsdip in de regio[3]. Deze spanningsdip wordt toegewezen aan rubriek A. Met als fysieke een schakelhandeling op een nog aanwezige sluiting veroorzaakt door een gefaalde aarder.

3.5.2. Zeyerveen

In de logbestanden is geen correlatie gevonden met de geregistreerde spanningsdip. Echter op 23 november zijn er werkzaamheden geweest in het station, in het betreffende veld waar deze meter is aangesloten. Mede door de golfvorm kan met zeer grote waarschijnlijkheid worden gesteld dat deze spanningsdip is veroorzaakt door werkzaamheden aan het meetcircuit en dat deze spanningsdip niet is ervaren door aangesloten. Deze spanningsdip wordt toegewezen aan rubriek F.

3.5.3. Lijndansen

In de periode 3-1 tot en met 7-1 zijn er veel spanningsdips geregistreerd. In totaal zijn bijna 1400 spanningsdips geregistreerd in deze periode over diverse meters. Alleen de locaties met overschrijding van het aantal hinderlijke spanningsdips dienen onderzocht te worden. Zoals is weergegeven in Tabel 3.2, zijn het nagenoeg allemaal locaties die in de omgeving van Eemshaven liggen. Uit de log-bestanden en uit het waarnemingen document blijkt dat de lijnen Eemshaven- Meeden en Robbenplaat – Weiwerd vaak getroffen zijn door lijndansen. In Meeden waren begin 2016 nog geen meters geïnstalleerd, dus daar zijn geen spanningsdips geregistreerd in dat station zijn geregistreerd. In Weiwerd is een meter geïnstalleerd van een andere fabrikant. Deze meter heeft wel spanningsdips geregistreerd maar van een mindere diepte.

Doordat logbestanden niet synchroon zijn en het feit dat er geen aanvullende informatie beschikbaar is, met hierin een nauwkeuriger tijdstempel is het lastig een goede reconstructie te maken en er een fysieke oorzaak aan te geven. Aannemelijk is dat de spanningsdips het gevolg zijn van overslagen/ kortsluitingen ten gevolge van lijndansen. Echter TenneT heeft ook handmatige en automatische schakelhandelingen uitgevoerd. Tijdens een dergelijke schakelhandeling kunnen kortsluitingen door het lijndansen nog aanwezig zijn of juist niet ontstaan. Hierbij kan afgevraagd worden dat als de schakelhandeling niet plaats had gevonden ook een spanningsdip zou ontstaan.

Tabel 3.3 Classificatie spanningsdips door lijndansen

Datum	Locatie					Rubriek	Oorzaak
03-01-2016 14:38:35	EHS025					E	Lijndansen
03-01-2016 17:10:10	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 17:19:08	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 17:25:35	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 17:32:18	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A	Inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen

Datum	Locatie					Rubriek	Oorzaak
03-01-2016 17:33:47	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 17:37:40	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 17:38:21	EHS025					E	Lijndansen
03-01-2016 17:45:24	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 17:50:37	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 18:10:11	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 19:00:19	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 19:00:25	HS015					E	Lijndansen
03-01-2016 19:00:26	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 19:02:08	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 19:21:42	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 19:21:49	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
03-01-2016 19:22:58	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 21:41:50	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 22:34:08	HS015					E	Lijndansen
03-01-2016 22:34:09	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
03-01-2016 22:35:03	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
04-01-2016 2:11:06	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
04-01-2016 2:39:59	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
04-01-2016 4:04:58	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
04-01-2016 4:18:40	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
04-01-2016 4:32:15	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
04-01-2016 4:34:54	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A	Inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen

Datum	Locatie					Rubriek	Oorzaak
04-01-2016 4:48:09	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
04-01-2016 4:48:16	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
04-01-2016 4:57:41	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
04-01-2016 4:57:48	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
04-01-2016 17:02:40	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
04-01-2016 18:15:53	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
04-01-2016 18:15:59	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
04-01-2016 22:12:34	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
04-01-2016 22:12:41	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
04-01-2016 22:54:23	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
05-01-2016 0:01:07	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
05-01-2016 0:14:08	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
05-01-2016 1:44:17	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
05-01-2016 19:26:07	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen
07-01-2016 9:46:12	EHS006	EHS007	EHS013	EHS020	EHS026	E	Lijndansen

3.6 Eindresultaat

Tabel 3.4 geeft een overzicht van de locaties, het aantal opgetreden hinderlijke spanningsdips en uiteindelijke indeling in een rubriek met een fysieke oorzaak.

Tabel 3.4 Overzicht hinderlijke spanningsdips (Aantal, locatie, categorie en oorzaak)

Meternr	Locatie	Aantal	Rubriek	Fysieke oorzaak
HS004	Graetheide	1	A	Inschakelen van een scheider op een gedeeltelijk geaarde situatie doordat een aarder gefaald was
HS015	Grijpskerk	2	E	Lijndansen
HS115	Zeyerveen	1	F	Onbekend zeer waarschijnlijk door onderhoud aan het meetcircuit ontstaan.
EHS006	Eemshaven	6	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		24	E	Lijndansen
EHS007	Eemshaven	6	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		24	E	Lijndansen
EHS013	NorNed	6	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		24	E	Lijndansen
EHS020	Eemshaven Oude Schip	6	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		24	E	Lijndansen
EHS025	Eemshaven	5	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		22	E	Lijndansen
EHS026	NorNed	6	A	Handmatige inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		9	A'	Automatische inschakeling op een fout door/tijdens lijndansen
		24	E	Lijndansen

Van de 235 onderzochte spanningsdips is voor 144 de fysieke oorzaak lijndansen vastgesteld. Van de 91 resterende spanningsdips zijn 90 spanningsdips toegewezen aan een handeling (handmatig of automatisch) van de netbeheerder. Doordat ingeschakeld werd op een kortsluiting die nog aanwezig was. Voor de spanningsdip in Zeyerveen is geen correlatie gevonden met de logbestanden. Mede door de golfvorm kan met zeer grote waarschijnlijkheid worden gesteld dat deze spanningsdip niet is ervaren door aangeslotenen, maar door werkzaamheden aan het meetcircuit is ontstaan.

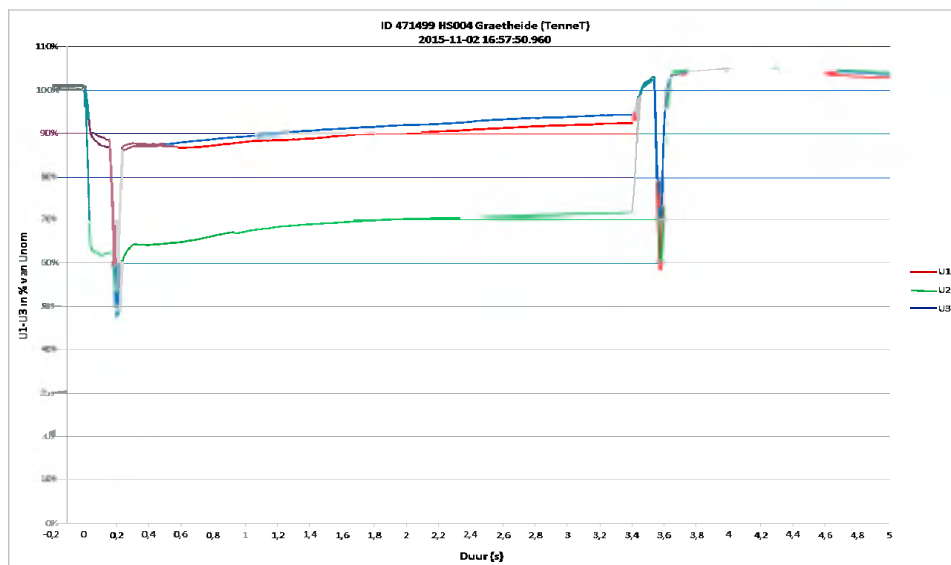
Bijlage A Ontvangen informatie van TenneT

NR	Afzender	Inhoud
1	Pim Jacobs	Log bestanden van het bedrijfsvoeringcentrum
2	Rien Boone	Waarnemingen documenten 3, 4, 5 7 januari
3	Rien Boone	Rapportage storingsonderzoek Terwinselen
4	Rien Boone	Classificatie hinderlijke spanningsdips door TenneT

Bijlage B HS004 Greateheide

Diptabel*				
Restspanning u [%]	Duur t [ms]			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 5\,000$
$90 > u \geq 80$	1	0	0	0
$80 > u \geq 70$	0	0	0	0
$70 > u \geq 40$	2	0	0	1
$40 > u \geq 5$	0	0	0	0
$5 > u$	0	0	0	0

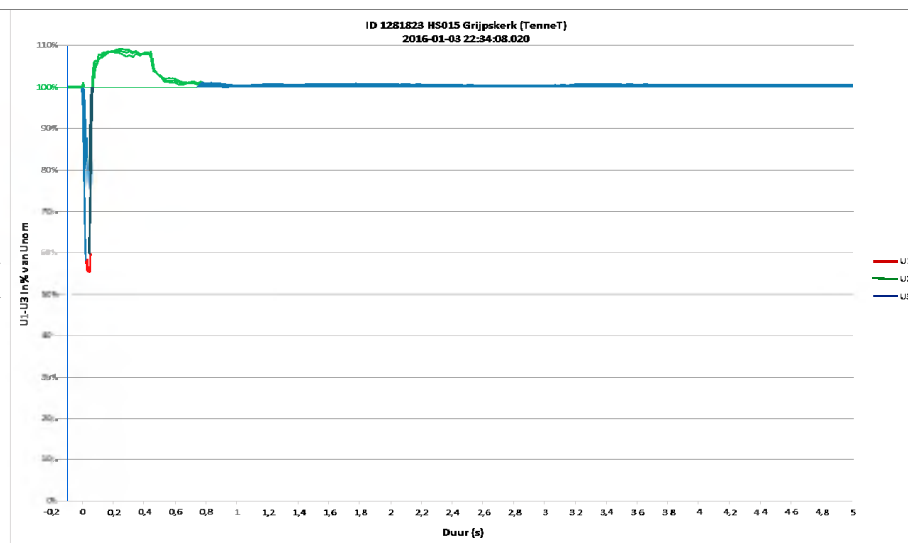
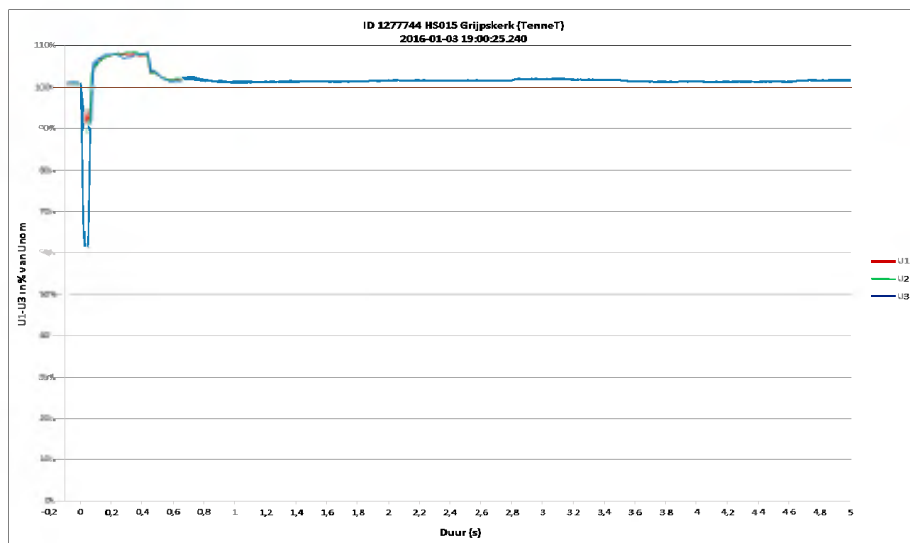
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
02-11-2015 16:57:51	72303,82	1,76	152263,58	47,5%



Bijlage C HS015 Grijpskerk

Diptabel*				
Restspanning u [%]	Duur t [ms]			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 5\,000$
$90 > u \geq 80$	12	0	0	0
$80 > u \geq 70$	10	0	0	0
$70 > u \geq 40$	47	2	0	0
$40 > u \geq 5$	0	0	0	0
$5 > u$	0	0	0	0

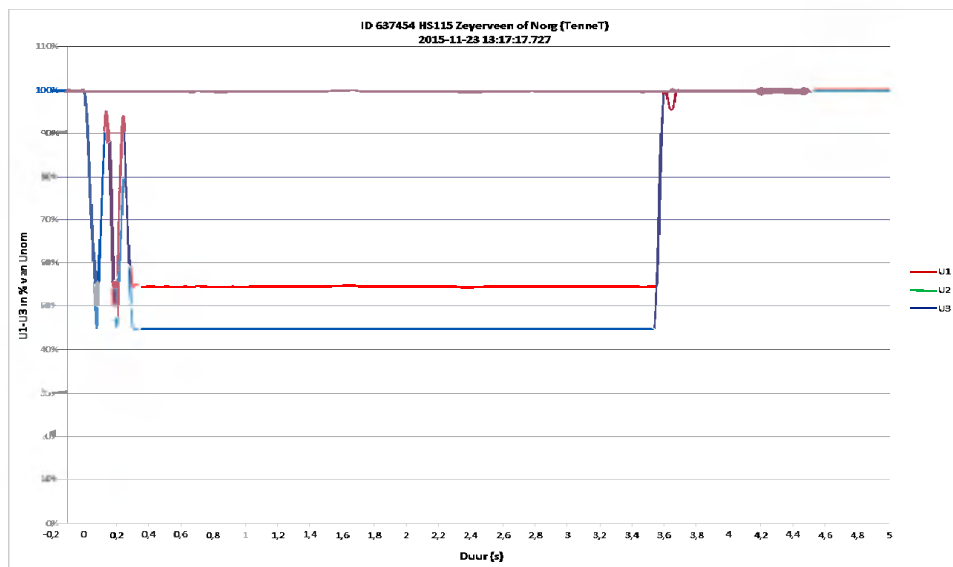
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
03-01-2016 19:00:25	68547,54688	0,27	112467,1484	60,95%
03-01-2016 22:34:08	62568,74219	0,36	112690,8281	55,52%



Bijlage D HS115 Zeyerveen

Diptabel*				
Restspanning u [%]	Duur t [ms]			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 5\,000$
$90 > u \geq 80$	8	0	0	0
$80 > u \geq 70$	16	0	0	0
$70 > u \geq 40$	36	1	0	1
$40 > u \geq 5$	0	0	0	0
$5 > u$	0	0	0	0

Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
23-11-2015 13:17:18	50882,42969	3,18	113538,2344	44,82%

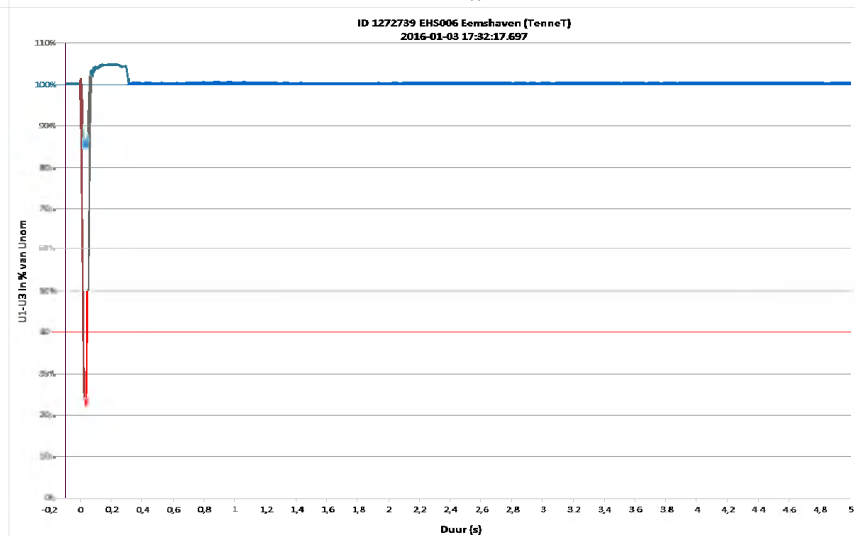
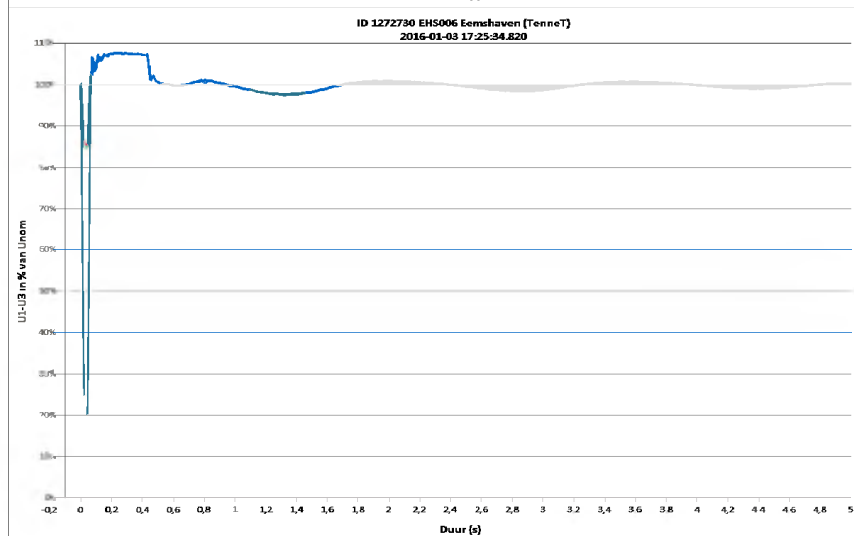
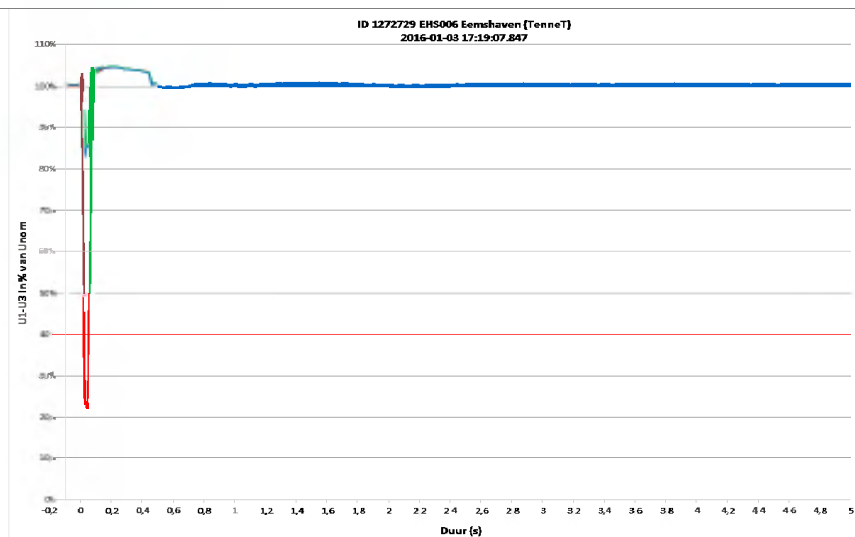
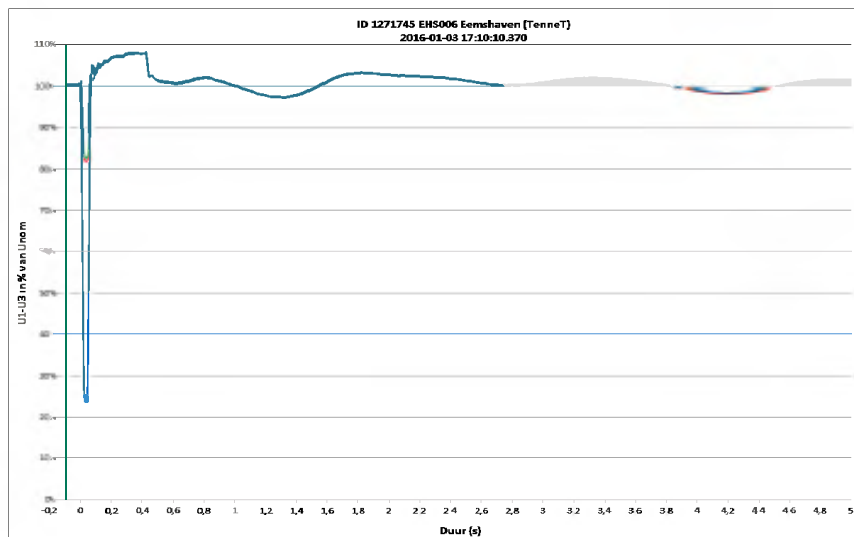


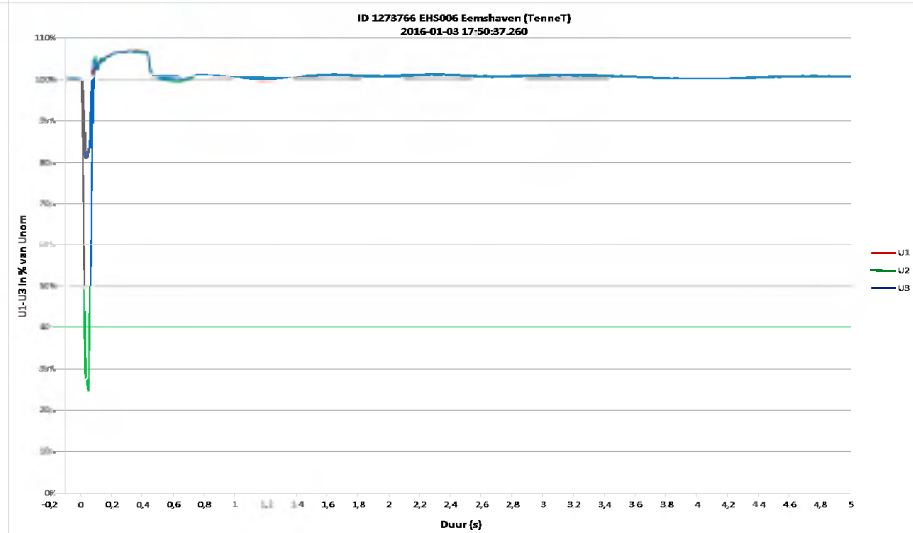
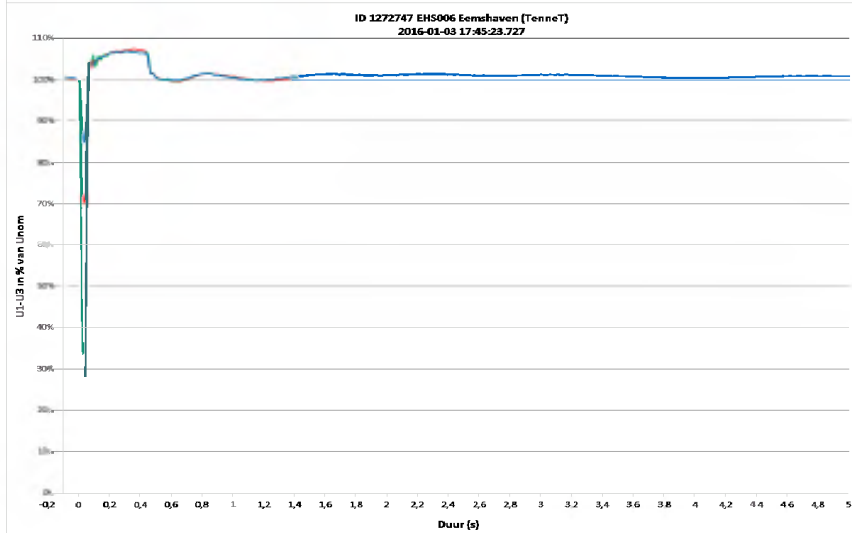
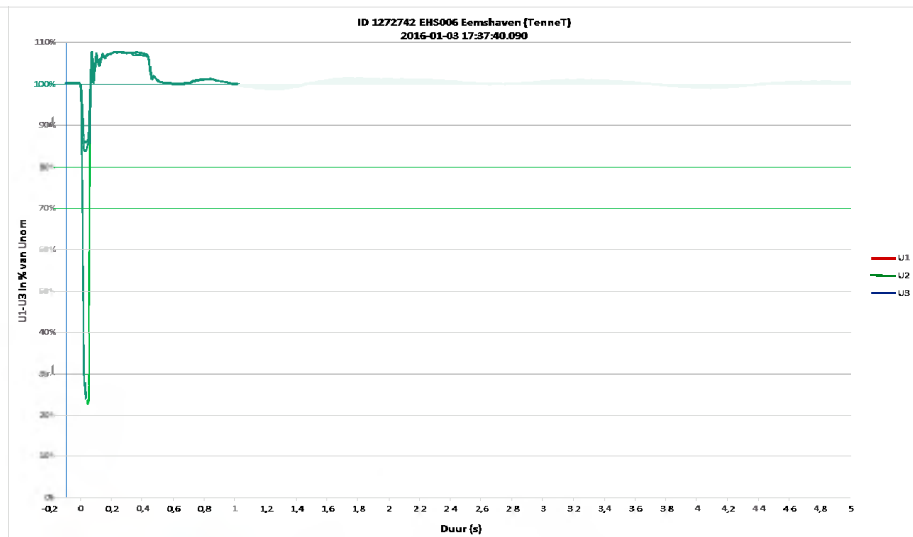
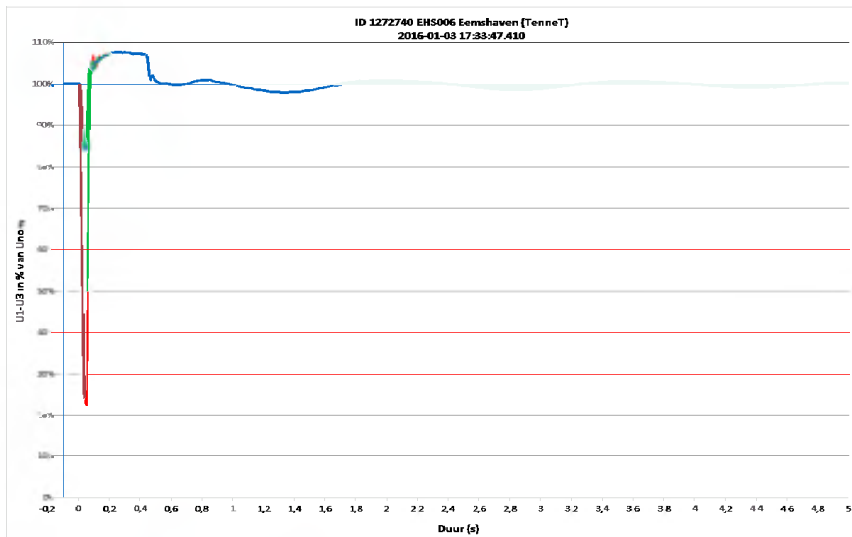
Bijlage E EHS006 Eemshaven

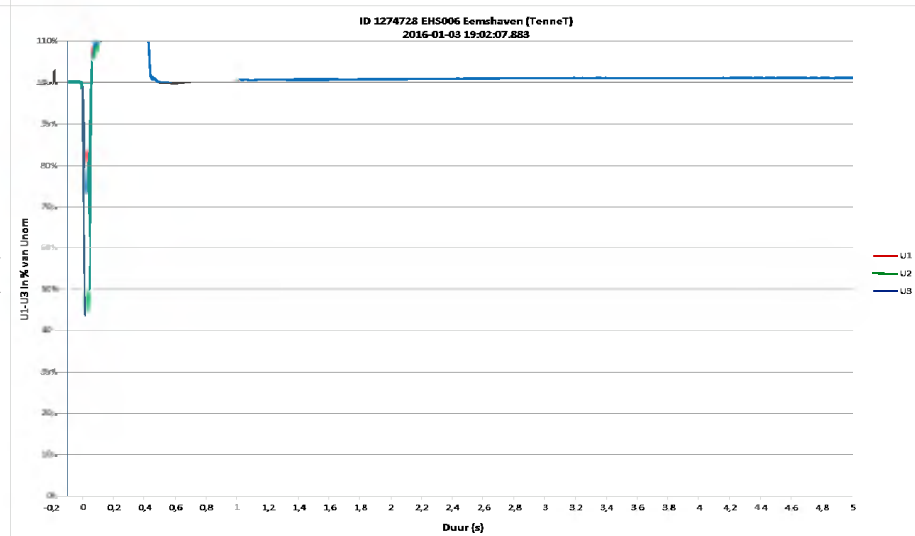
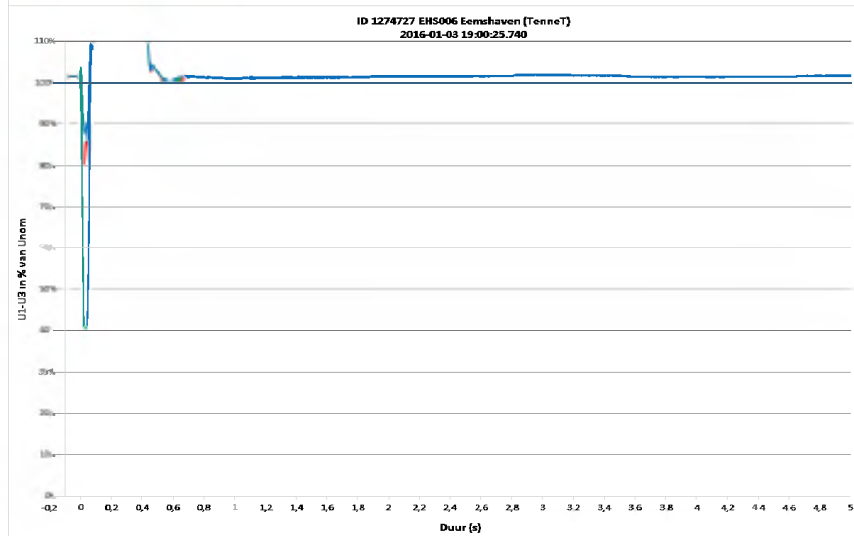
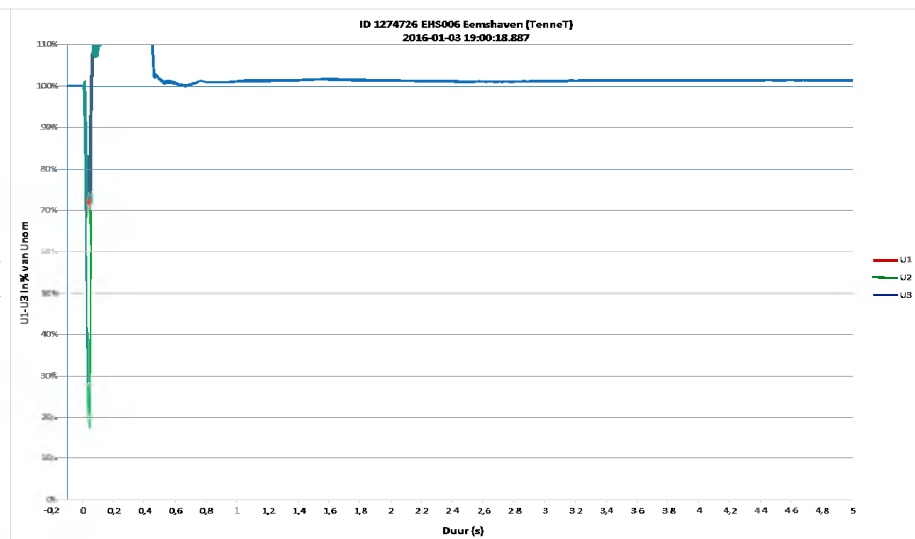
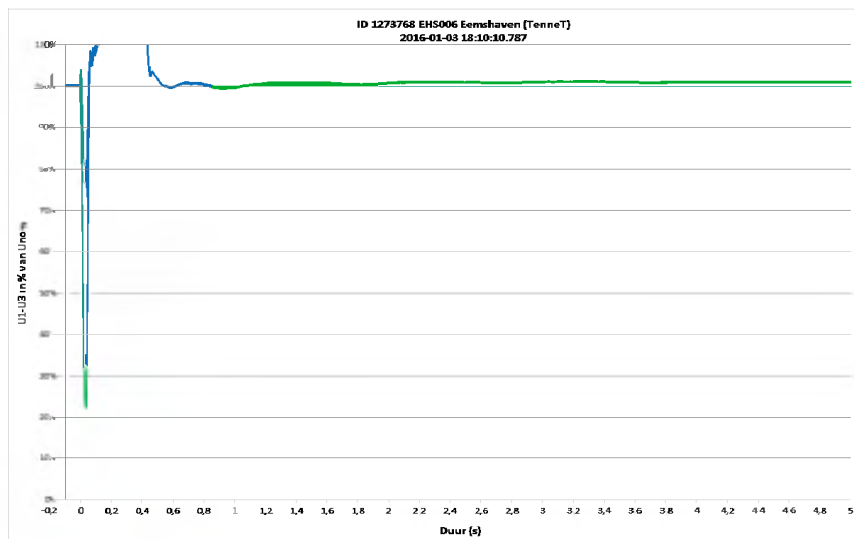
Diptabel*				
Restspanning u [%]	Duur t [ms]			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1 000	1 000 < t ≤ 5 000
90 > u ≥ 80	3	0	1	0
80 > u ≥ 70	2	0	0	0
70 > u ≥ 40	10	11	0	0
40 > u ≥ 5	19	9	0	0
5 > u	0	0	0	0

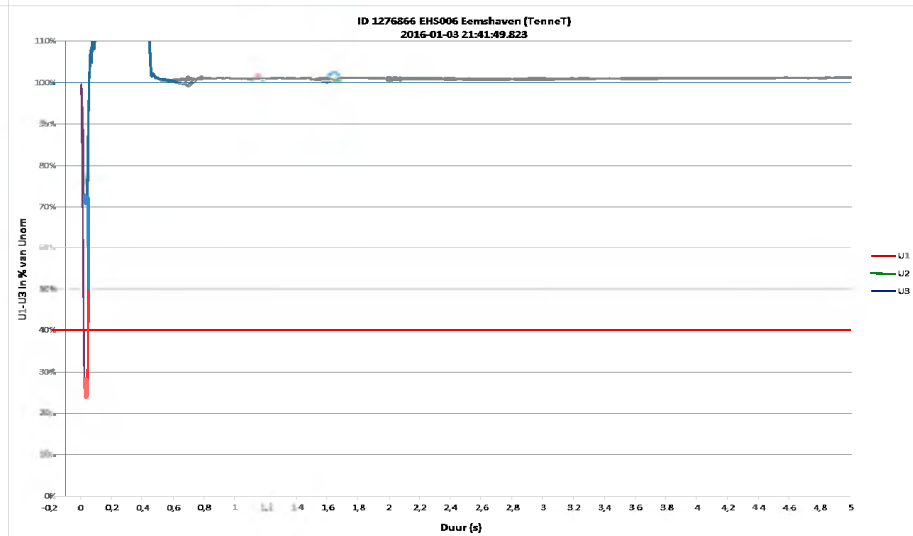
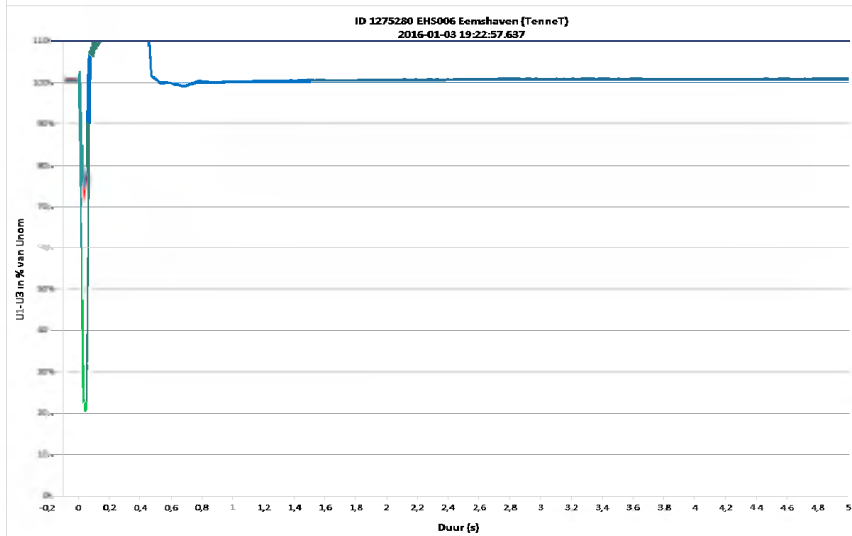
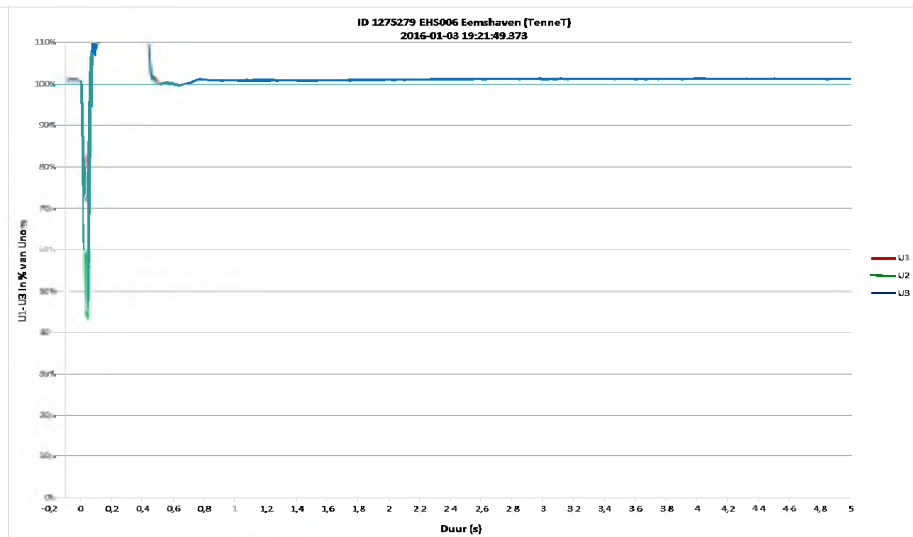
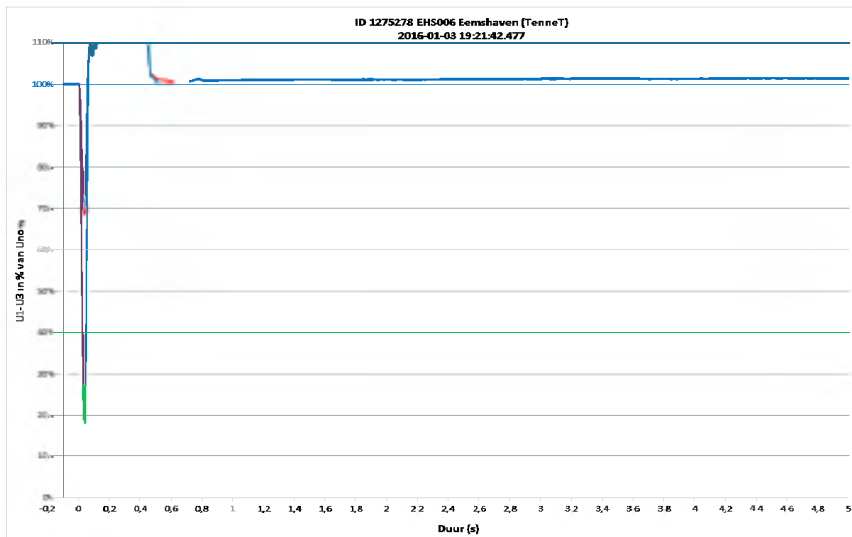
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
03-01-2016 17:10:10	96556,48438	0,07	401118,5625	24,07%
03-01-2016 17:19:08	91838,67188	0,07	410258,125	22,39%
03-01-2016 17:25:35	84365,49219	0,07	410814,5313	20,54%
03-01-2016 17:32:18	91785,35938	0,06	410974,1875	22,33%
03-01-2016 17:33:47	92615,52344	0,07	411251,375	22,52%
03-01-2016 17:37:40	93892,875	0,06	411301,75	22,83%
03-01-2016 17:45:24	117526,1875	0,05	411719,8125	28,55%
03-01-2016 17:50:37	102156,2969	0,07	412168,7188	24,79%
03-01-2016 18:10:11	92403,16406	0,41	411412,8125	22,46%
03-01-2016 19:00:19	72033,99219	0,43	390458,3438	18,45%
03-01-2016 19:00:26	156429,9531	0,42	390986,7188	40,01%
03-01-2016 19:02:08	174654,9531	0,42	397242,1563	43,97%
03-01-2016 19:21:42	75492,8125	0,42	396832,7188	19,02%
03-01-2016 19:21:49	172354,7656	0,43	397319,375	43,38%
03-01-2016 19:22:58	81765,96094	0,43	400772,0625	20,40%
03-01-2016 21:41:50	95730,52344	0,42	402211,3438	23,80%
03-01-2016 22:34:09	202141,6719	0,44	388515,9063	52,03%
03-01-2016 22:35:03	184551,3594	0,44	389652	47,36%
04-01-2016 2:11:06	251879,1719	0,43	391991,3125	64,26%

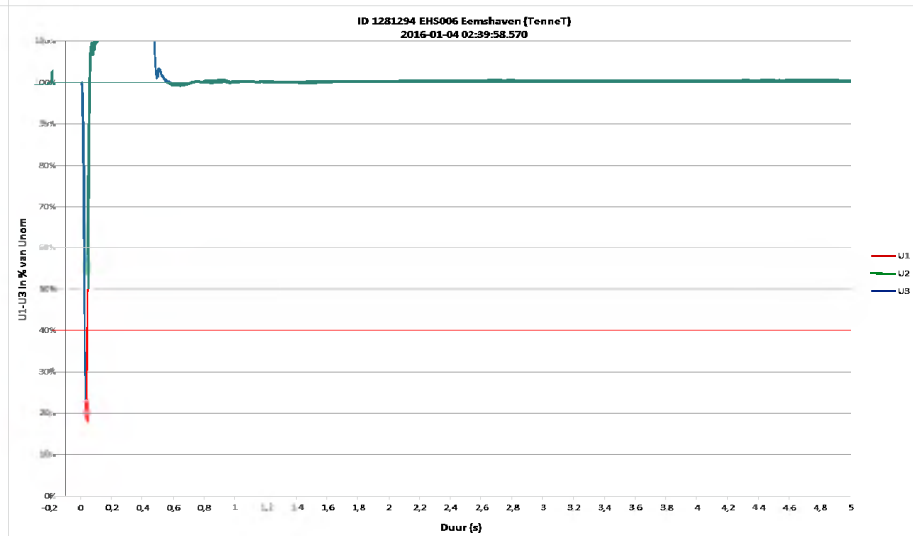
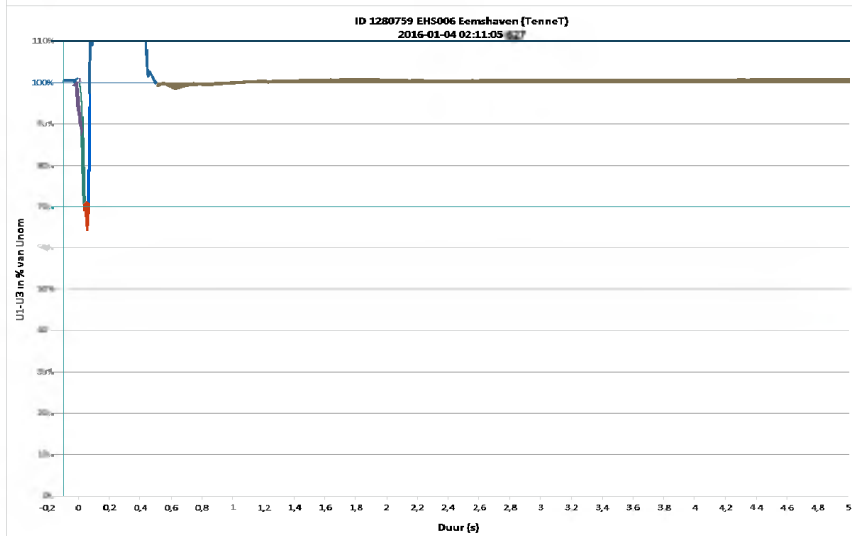
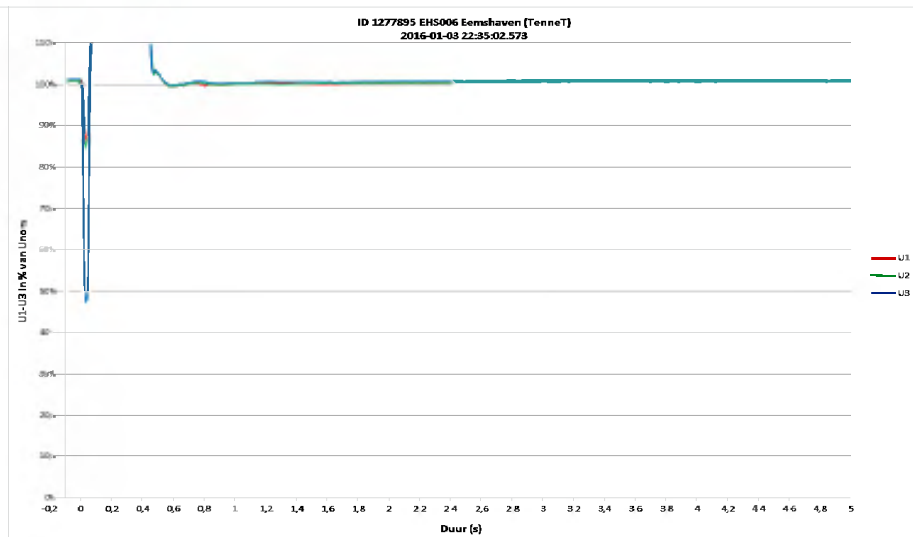
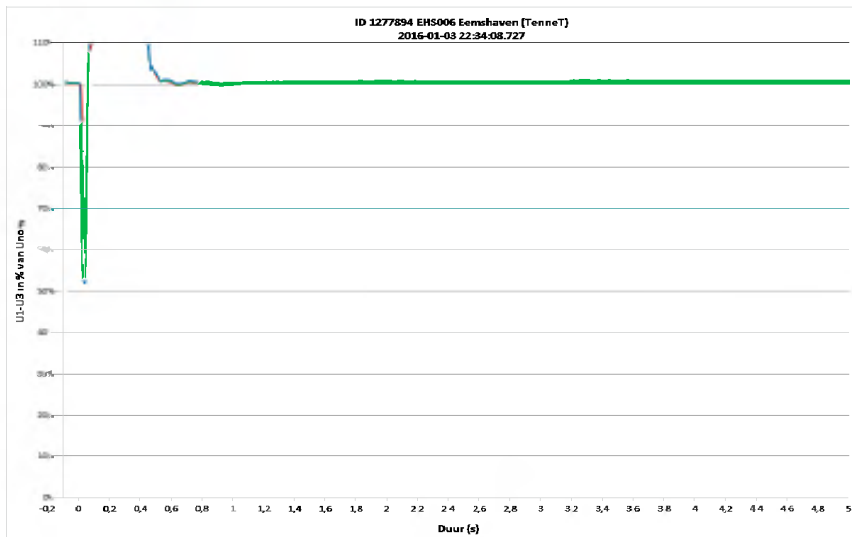
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
04-01-2016 2:39:59	71701,14063	0,46	396662,4375	18,08%
04-01-2016 4:04:58	103103,5391	0,44	398961,0313	25,84%
04-01-2016 4:18:40	100535,5234	0,42	398406,9375	25,23%
04-01-2016 4:32:15	173390,625	0,43	400306,7188	43,31%
04-01-2016 4:34:54	101226,6563	0,42	404446	25,03%
04-01-2016 4:48:09	177206,4688	0,43	402062,875	44,07%
04-01-2016 4:48:16	202242,6875	0,43	402227,7813	50,28%
04-01-2016 4:57:41	204587,2656	0,42	404415,6875	50,59%
04-01-2016 4:57:48	191918,8281	0,43	404399,5313	47,46%
04-01-2016 17:02:40	54537,49609	0,07	411959,4063	13,24%
04-01-2016 18:15:53	134364,2813	0,07	412771,3438	32,55%
04-01-2016 18:15:59	133765,0781	0,07	412773,1563	32,41%
04-01-2016 22:12:34	149717,5469	0,07	408954,375	36,61%
04-01-2016 22:12:41	150394,9063	0,07	408971,5938	36,77%
04-01-2016 22:54:23	150145,3594	0,07	407916,8125	36,81%
05-01-2016 0:01:07	52010,14453	0,05	409703,8125	12,69%
05-01-2016 0:14:08	146227,5313	0,06	410709,4688	35,60%
05-01-2016 1:44:17	61712,21094	0,06	405238,625	15,23%
05-01-2016 19:26:07	124810,7813	0,07	401512,4063	31,09%
07-01-2016 9:46:12	109535,7969	0,06	404479,875	27,08%

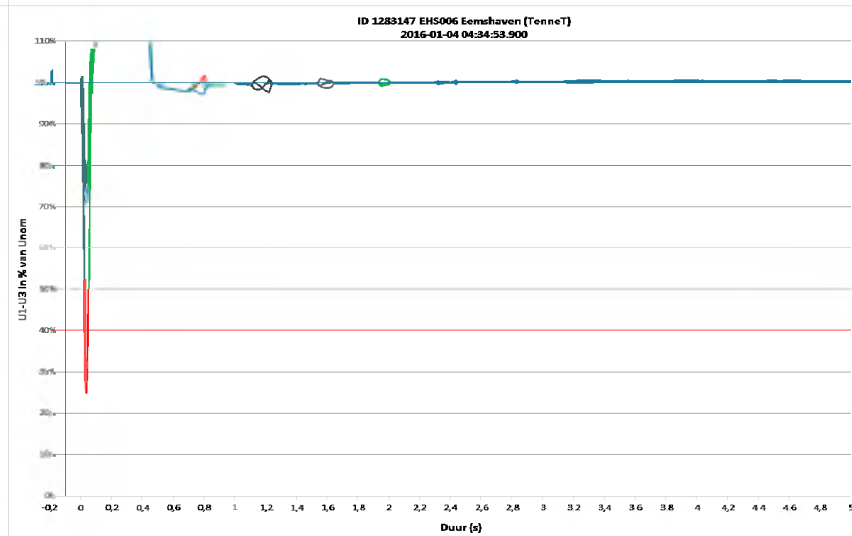
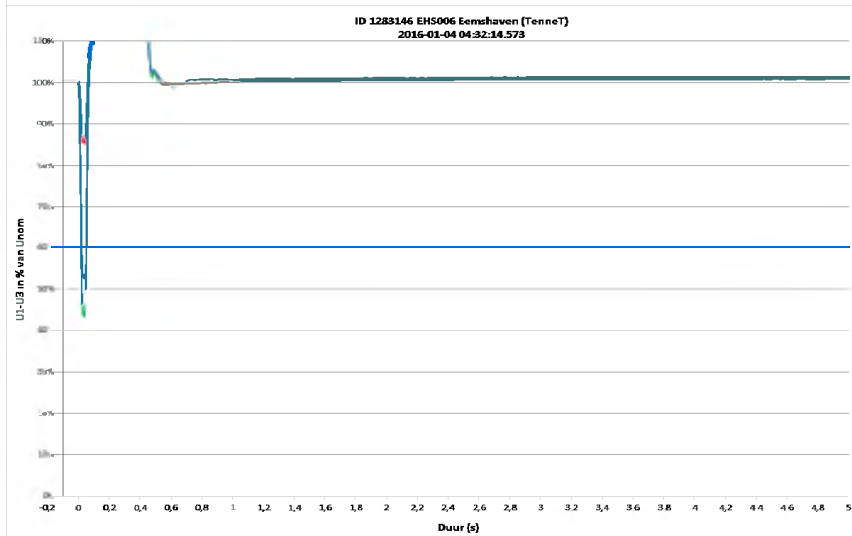
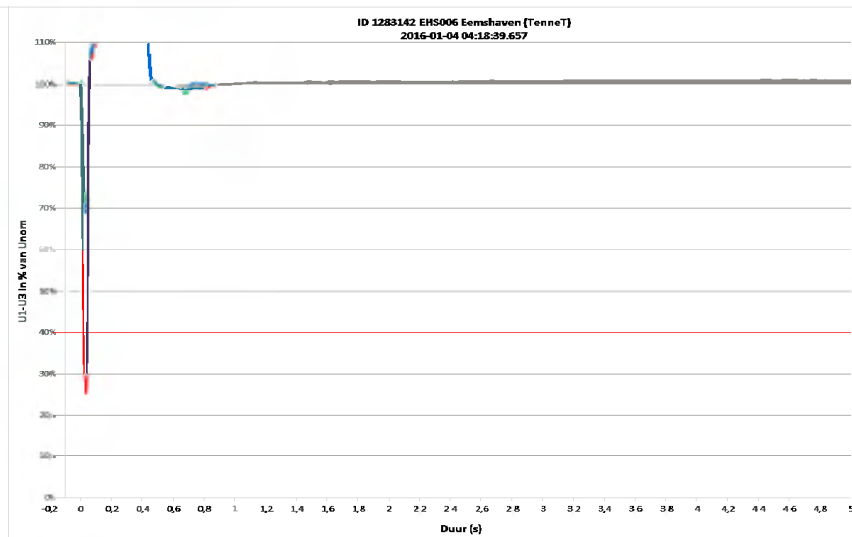
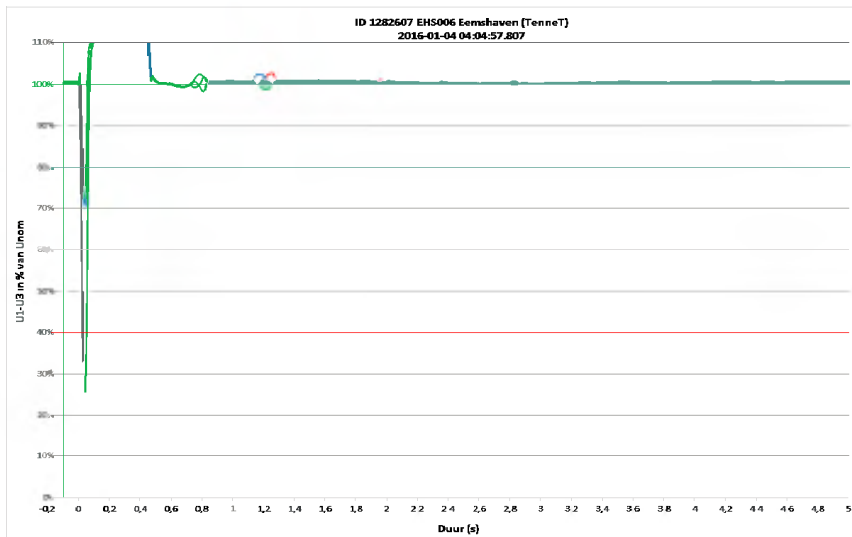


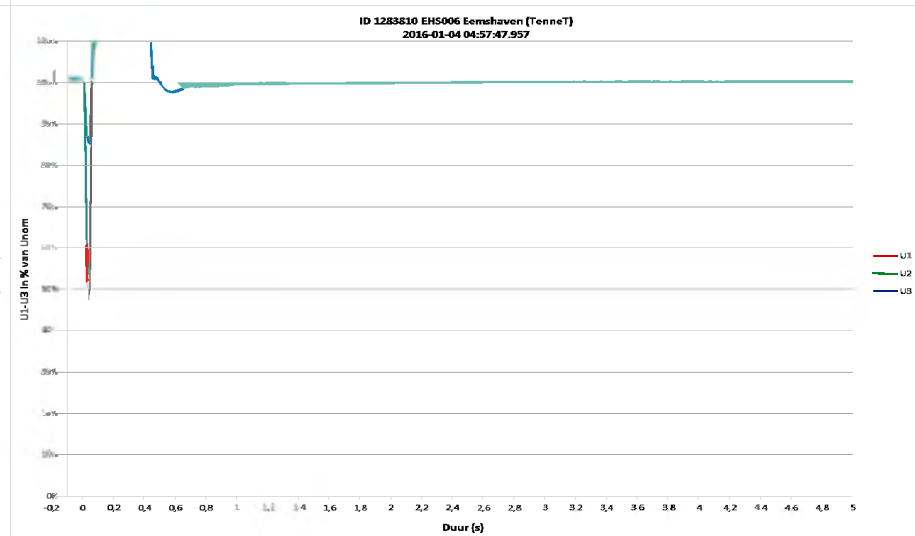
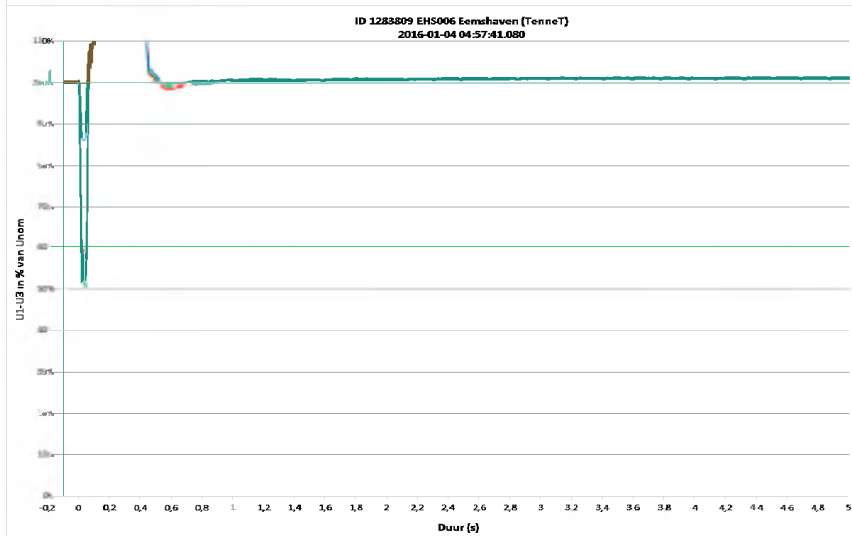
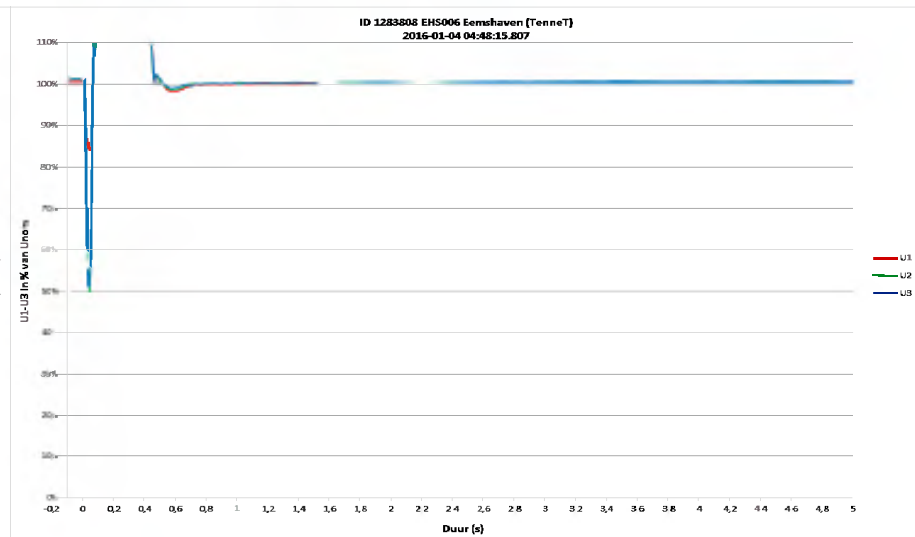
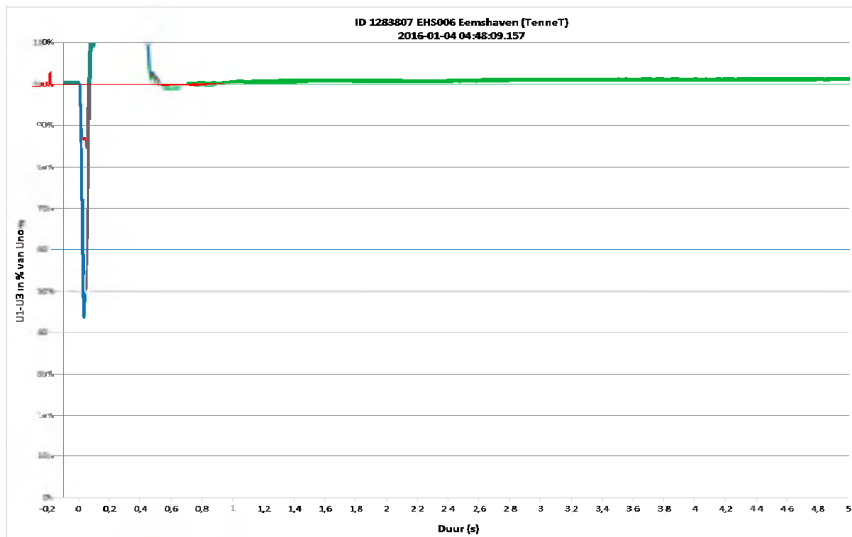


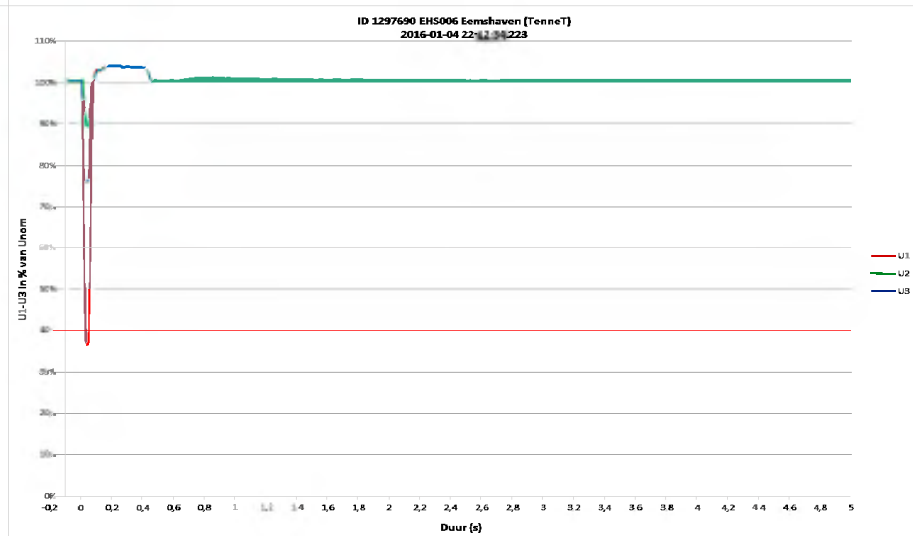
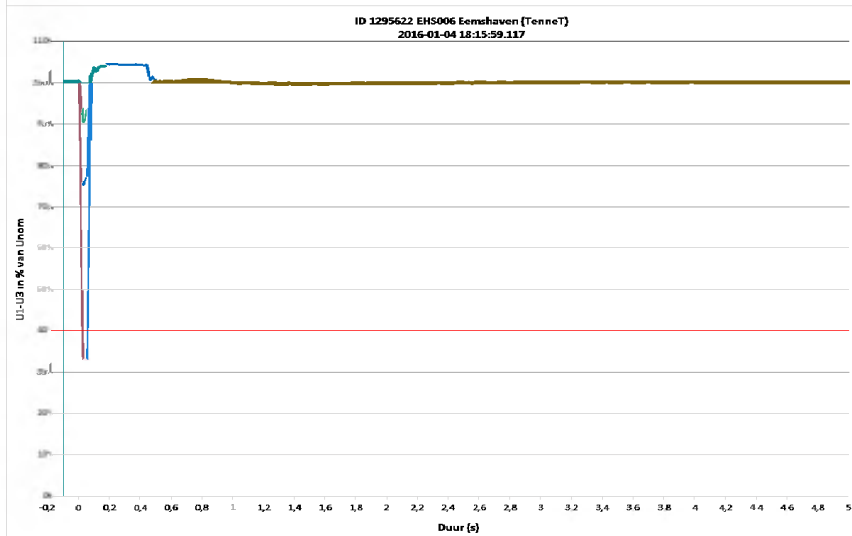
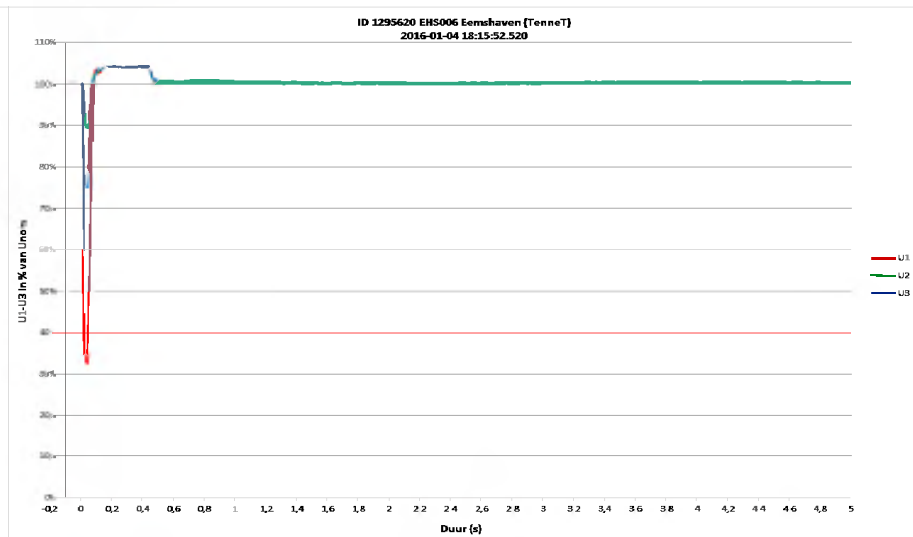
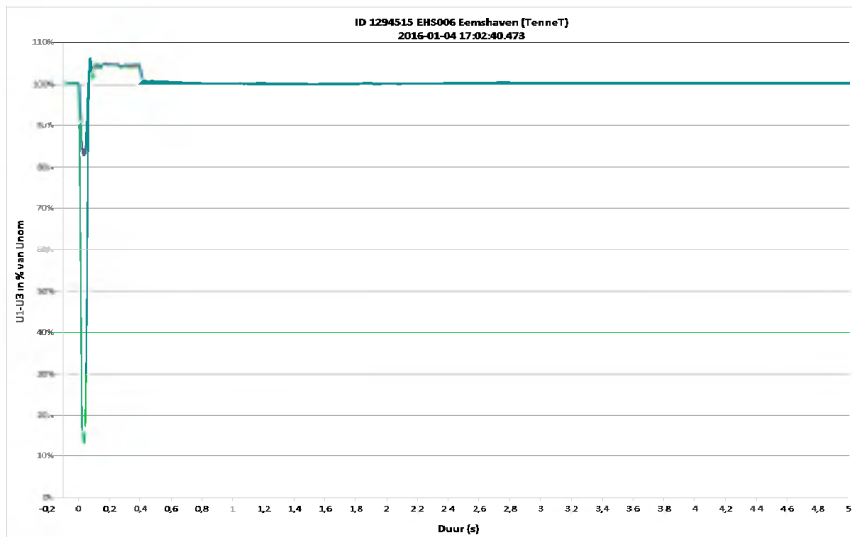


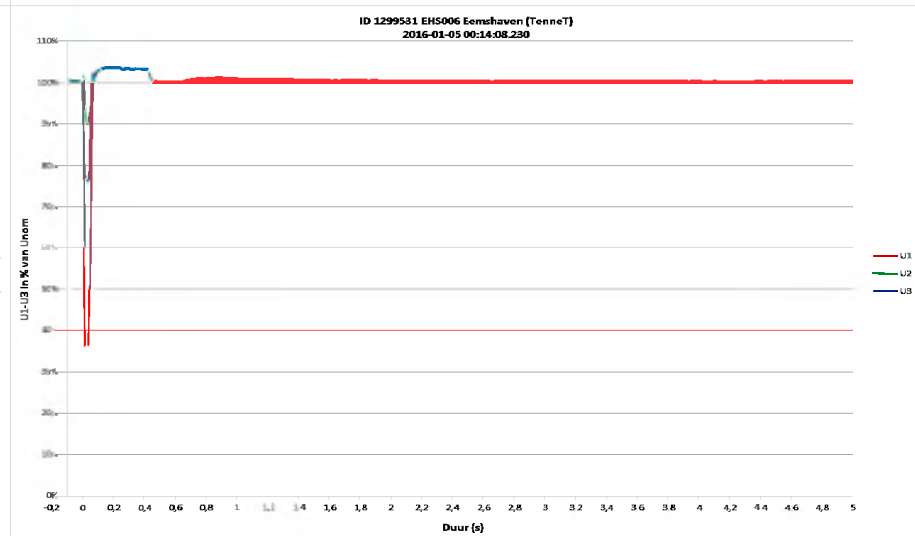
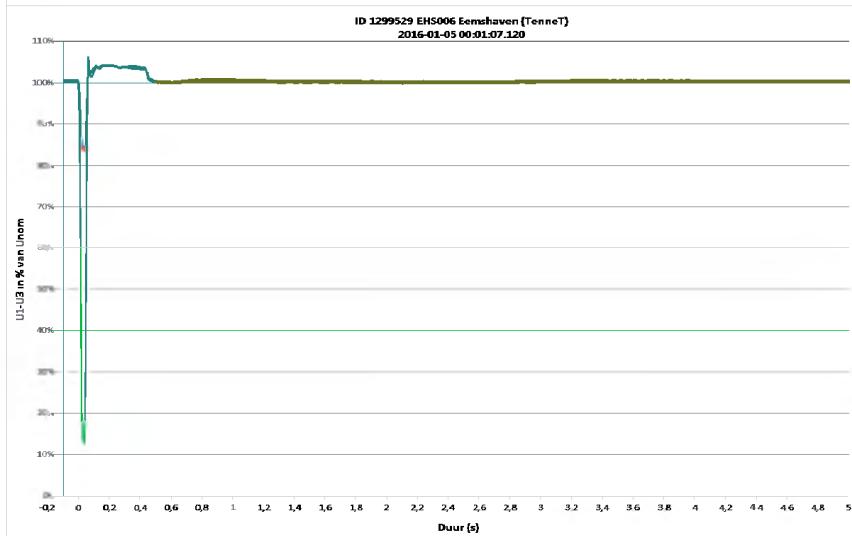
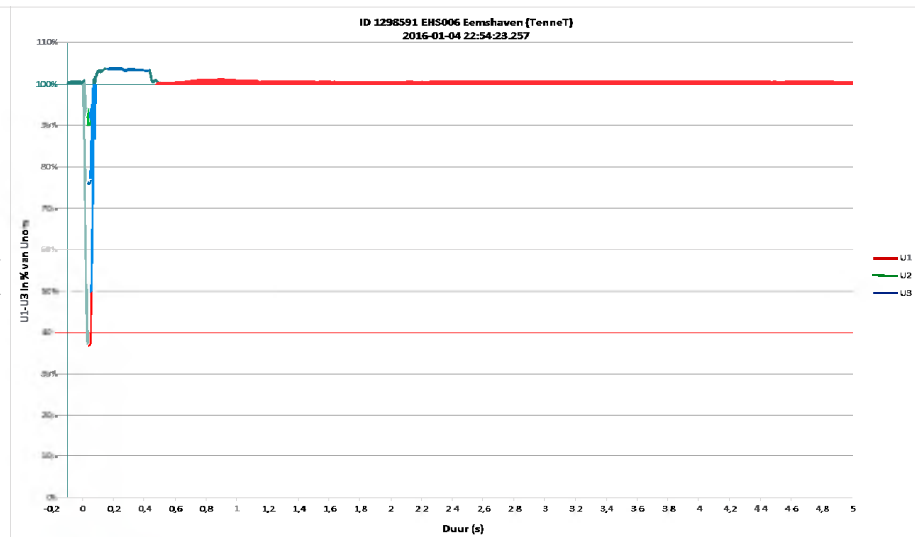
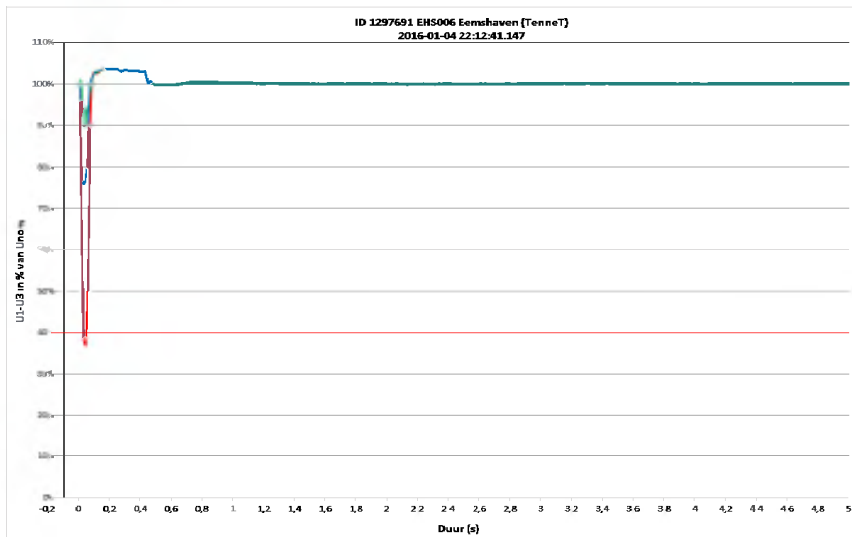


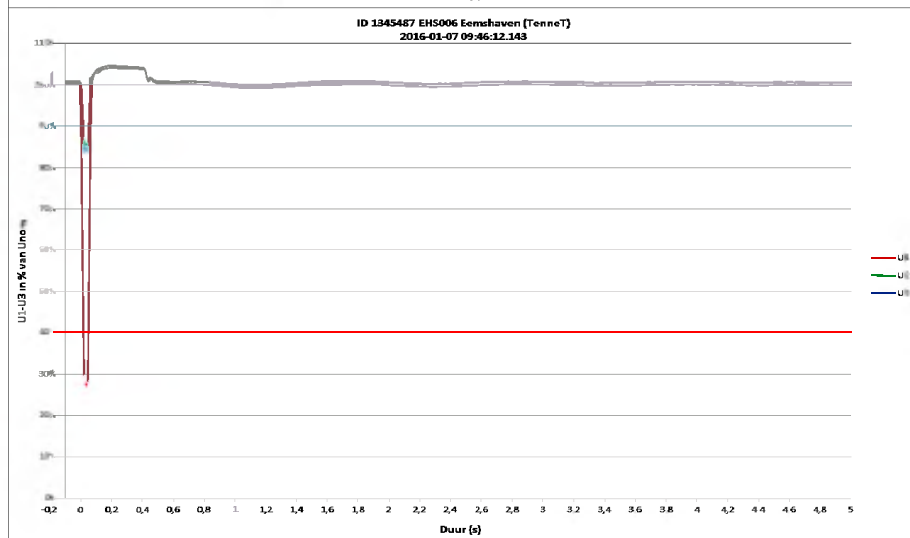
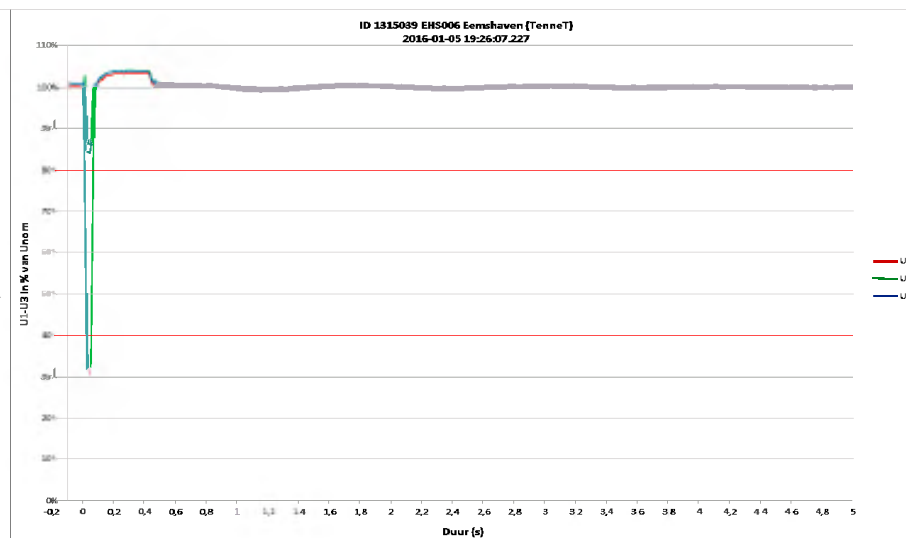
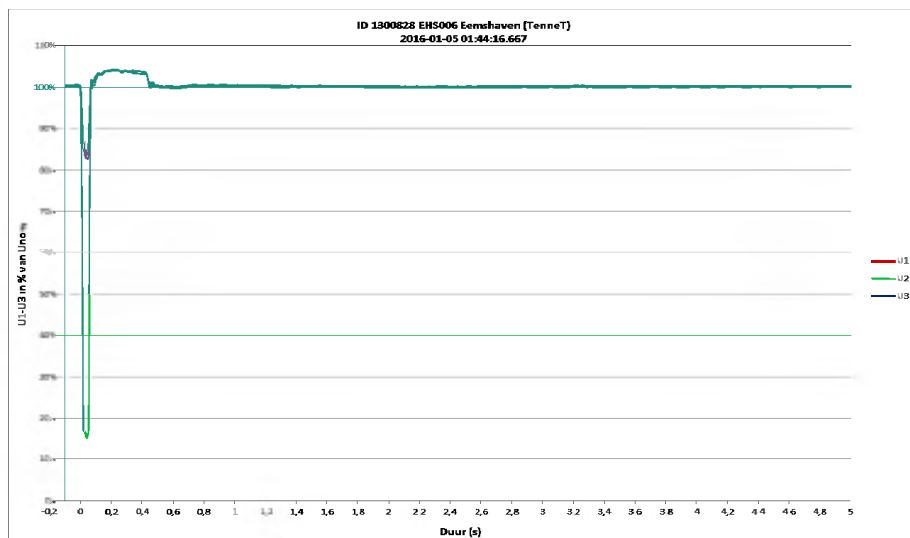










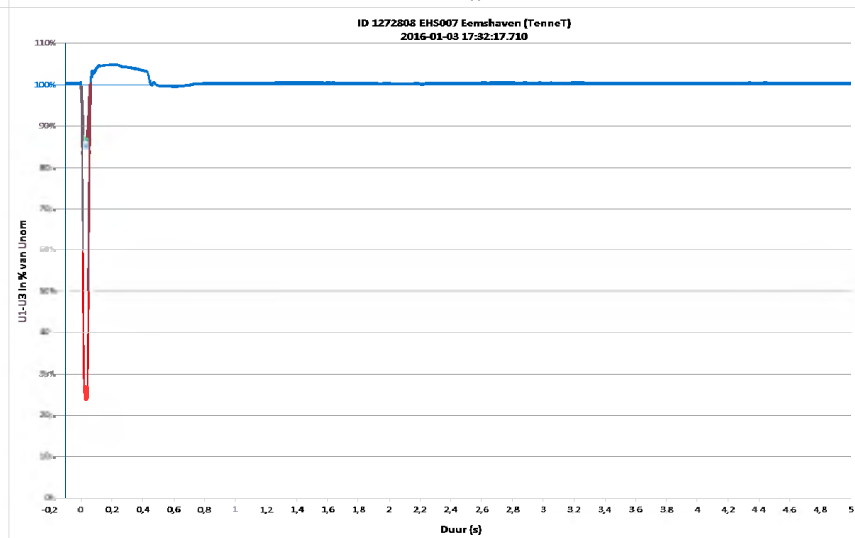
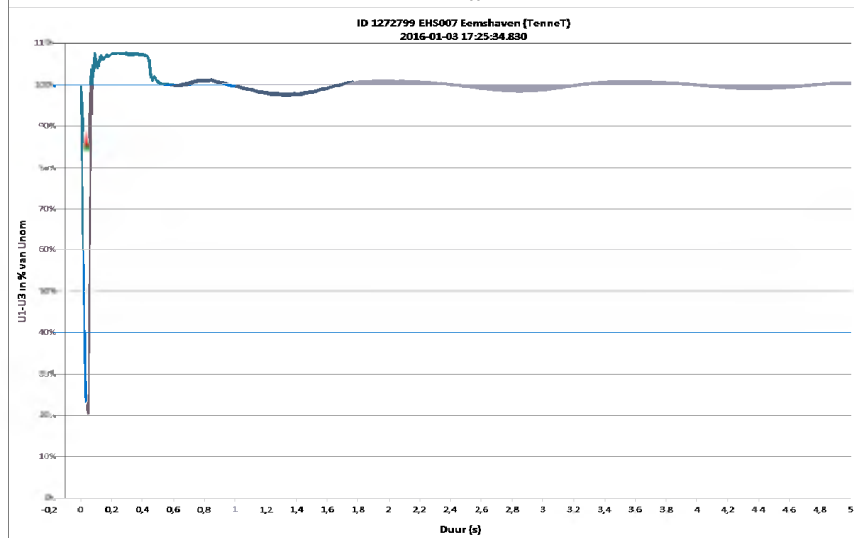
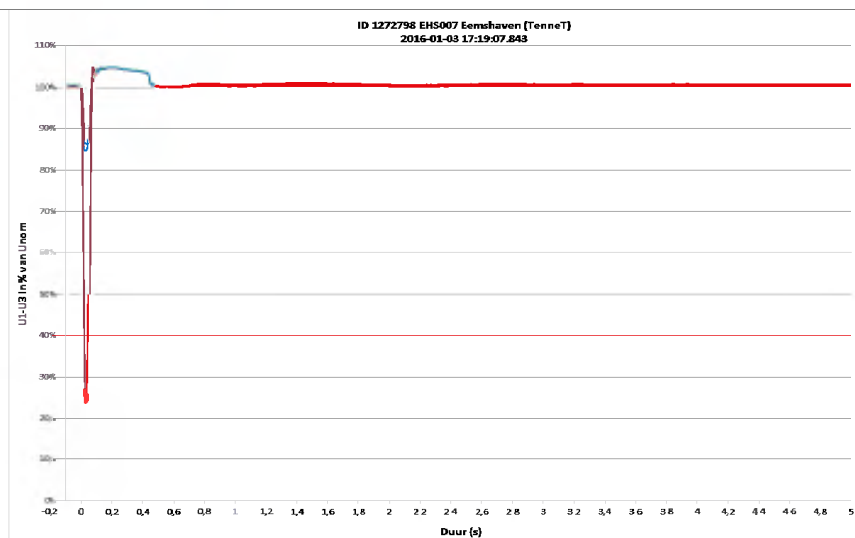
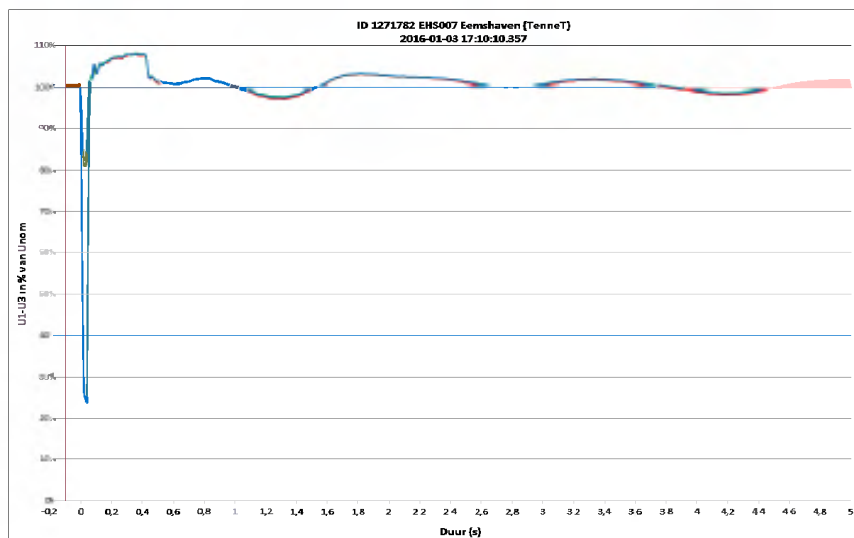


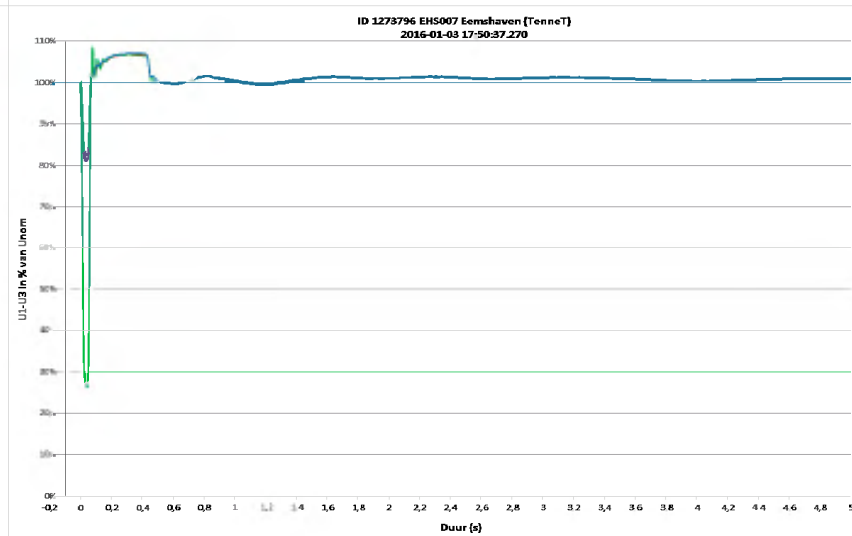
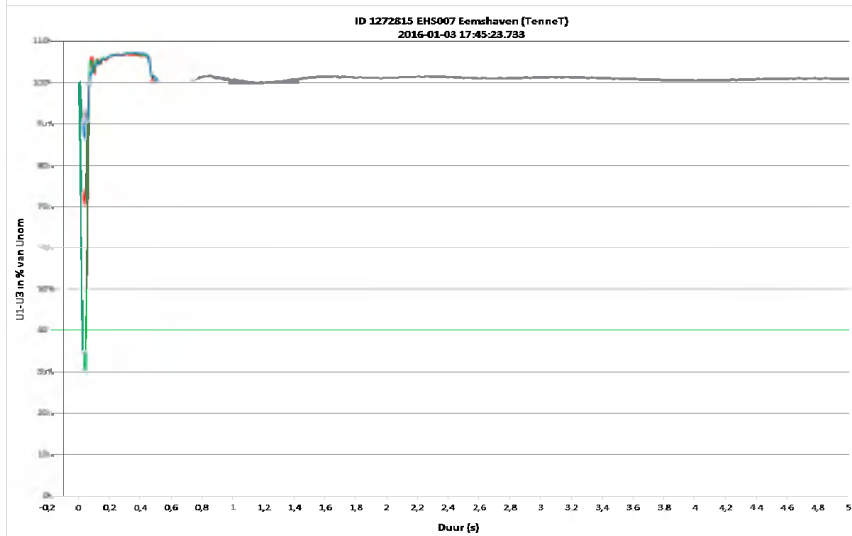
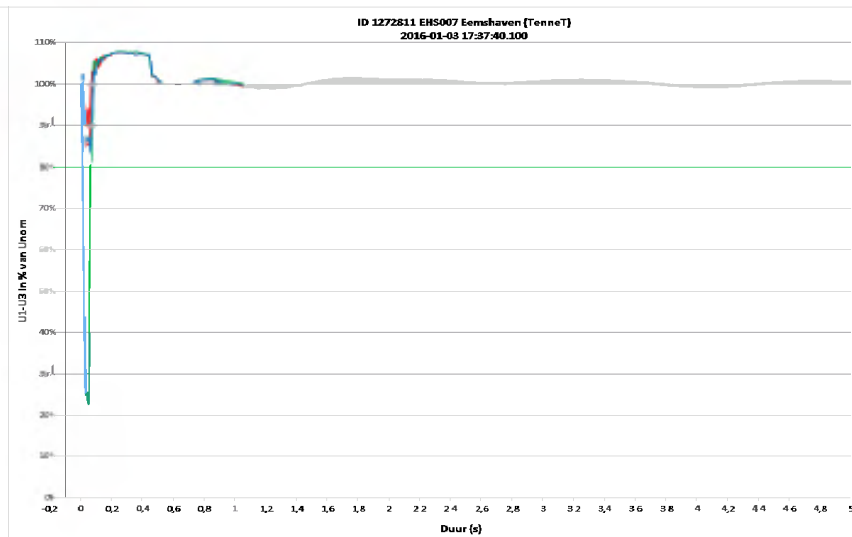
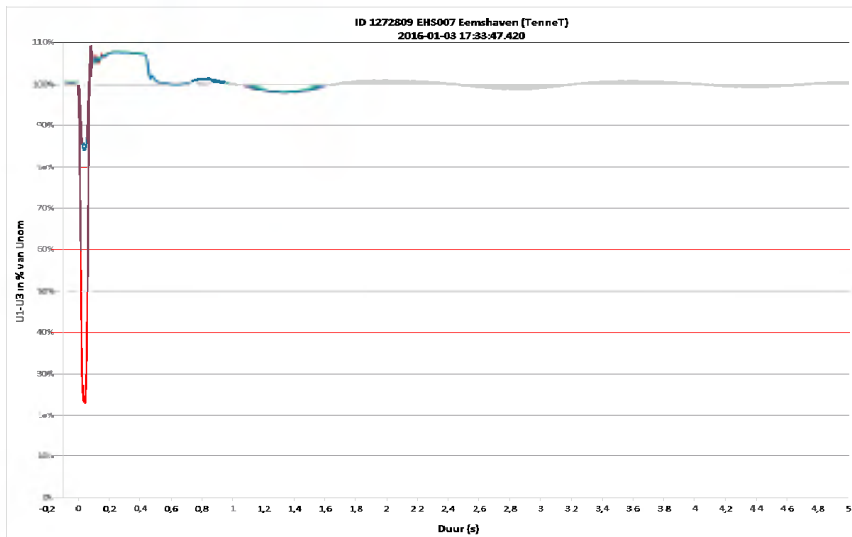
Bijlage F EHS007 Eemshaven

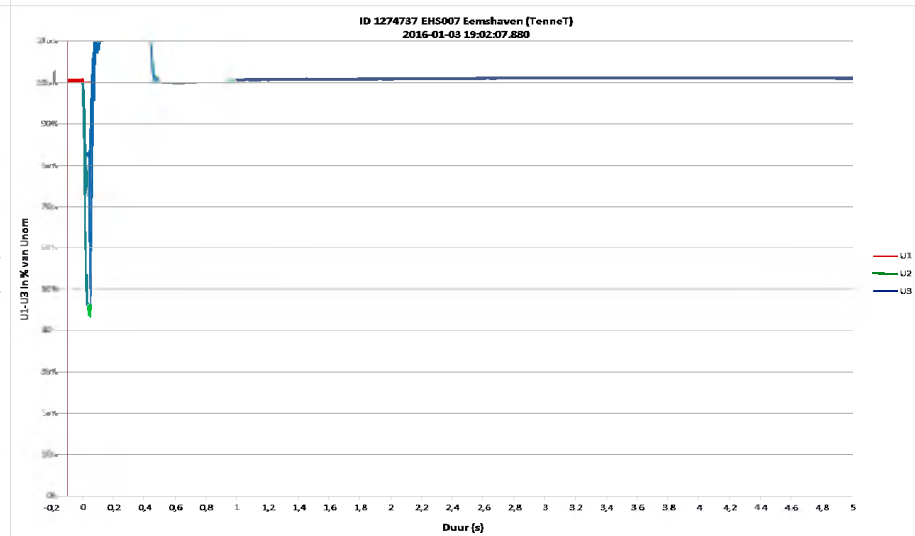
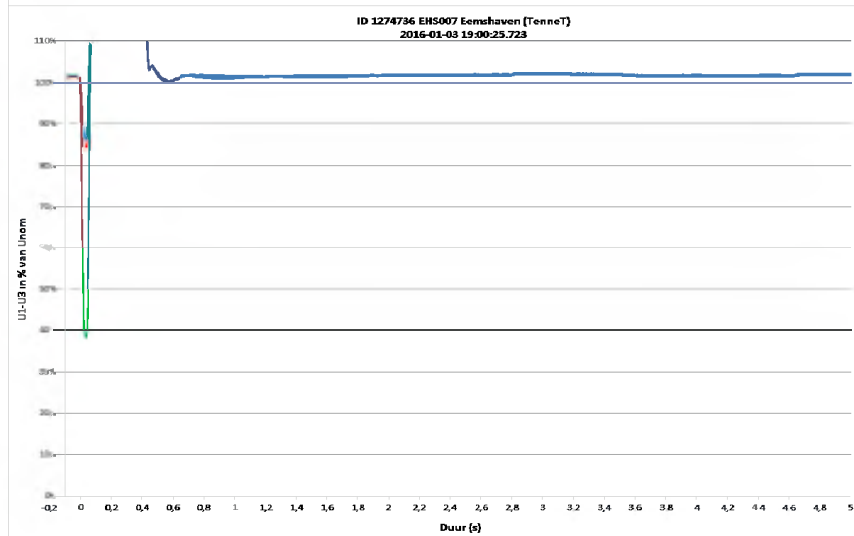
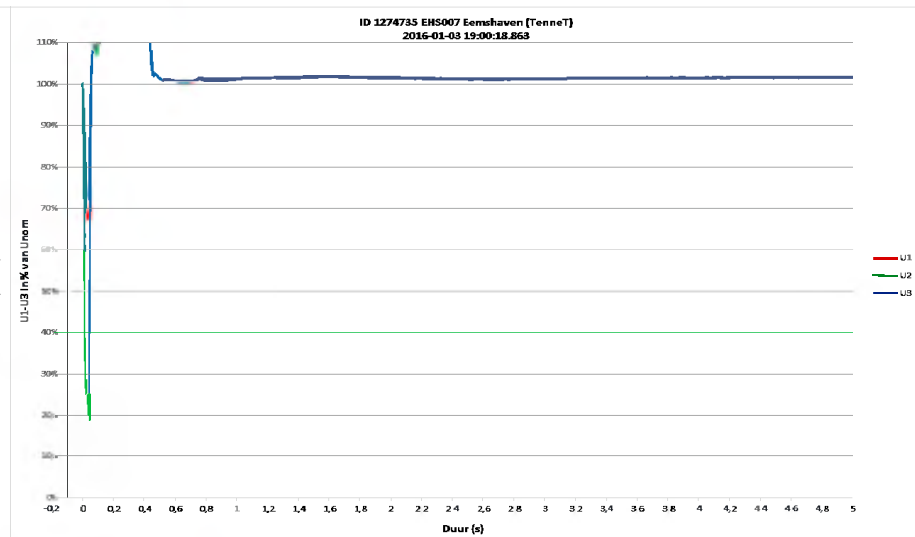
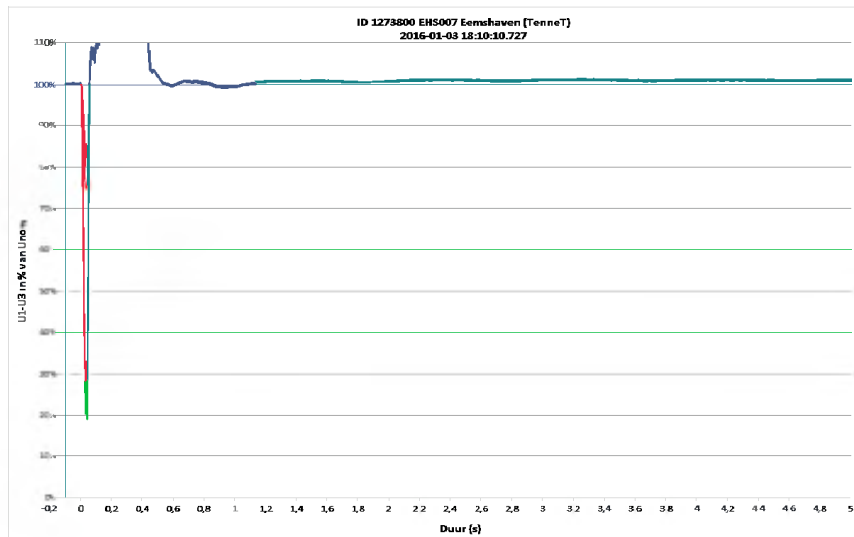
Diptabel*				
Restspanning u [%]	Duur t [ms]			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1 000	1 000 < t ≤ 5 000
90 > u ≥ 80	4	0	1	0
80 > u ≥ 70	2	0	0	0
70 > u ≥ 40	10	10	0	0
40 > u ≥ 5	10	10	0	0
5 > u	0	0	0	0

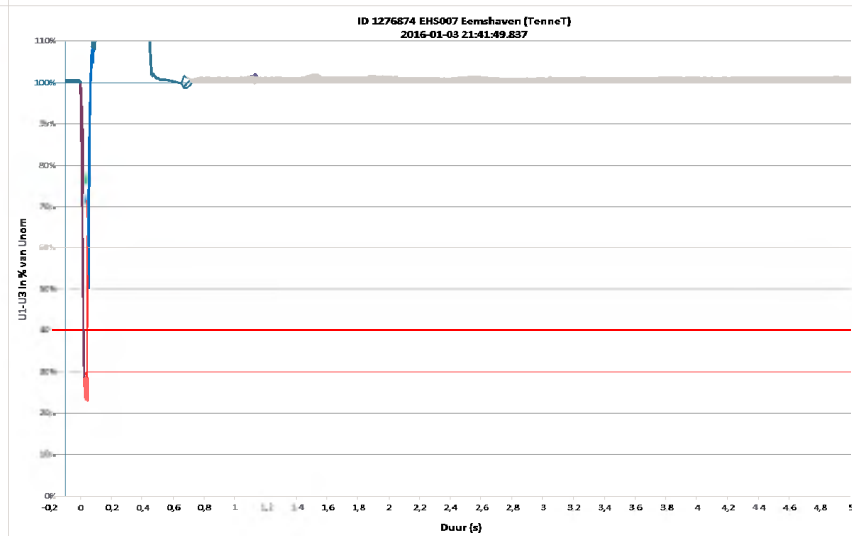
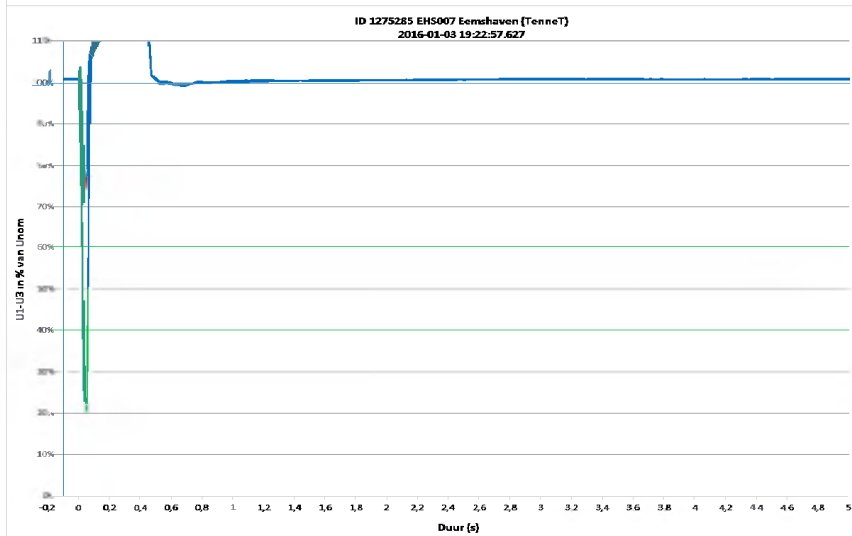
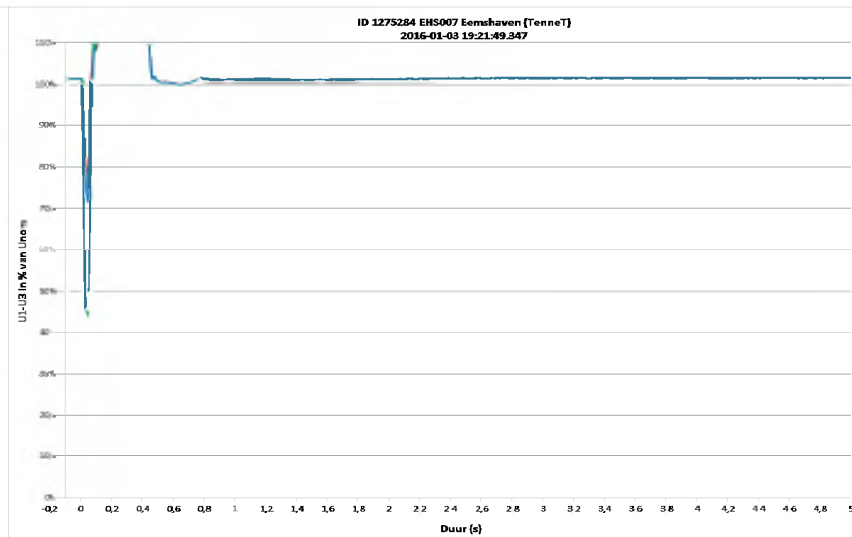
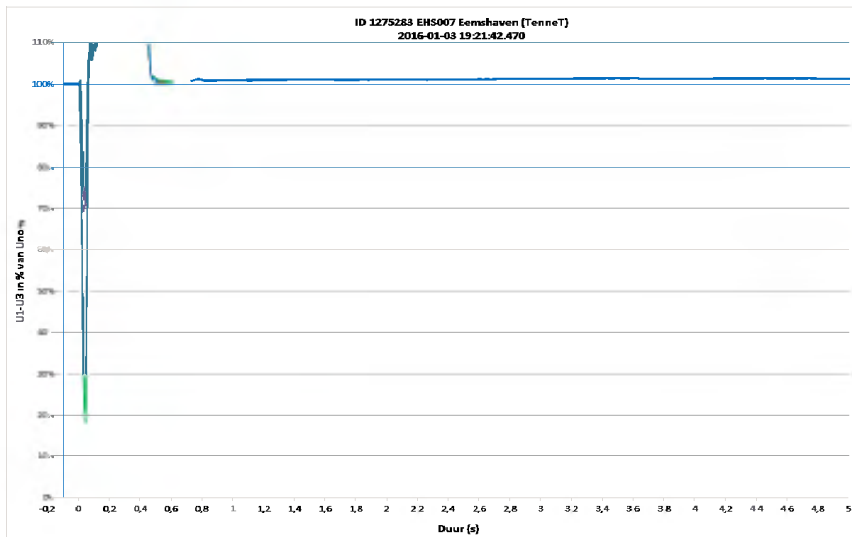
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
03-01-2016 17:10:10	95533,46875	0,06999999	400837,4375	23,83%
03-01-2016 17:19:08	97447,82031	0,06	409937,3125	23,77%
03-01-2016 17:25:35	83911,59375	0,06	410509	20,44%
03-01-2016 17:32:18	97532,39844	0,06	410683,9375	23,75%
03-01-2016 17:33:47	95099,32813	0,06999999	410918,25	23,14%
03-01-2016 17:37:40	93042,74219	0,06999999	410974,0313	22,64%
03-01-2016 17:45:24	121526,6484	0,06	411380,9375	29,54%
03-01-2016 17:50:37	108237,0547	0,06	411821,8125	26,28%
03-01-2016 18:10:11	81847,83594	0,41999999	410983,9688	19,92%
03-01-2016 19:00:19	75727,63281	0,41999999	390063,9688	19,41%
03-01-2016 19:00:26	149113,3125	0,42999998	390561,875	38,18%
03-01-2016 19:02:08	171695,2813	0,42999998	396819,3125	43,27%
03-01-2016 19:21:42	74021,625	0,43999997	396432,625	18,67%
03-01-2016 19:21:49	174687,6719	0,41999999	396922,9375	44,01%
03-01-2016 19:22:58	82956,19531	0,42999998	400381,4063	20,72%
03-01-2016 21:41:50	93217,14063	0,42999998	401879,9375	23,20%
03-01-2016 22:34:09	201594,8906	0,43999997	388199,3125	51,93%
03-01-2016 22:35:02	181581	0,42999998	389332,9375	46,64%
04-01-2016 2:11:06	250034,3438	0,42999998	391634,9688	63,84%

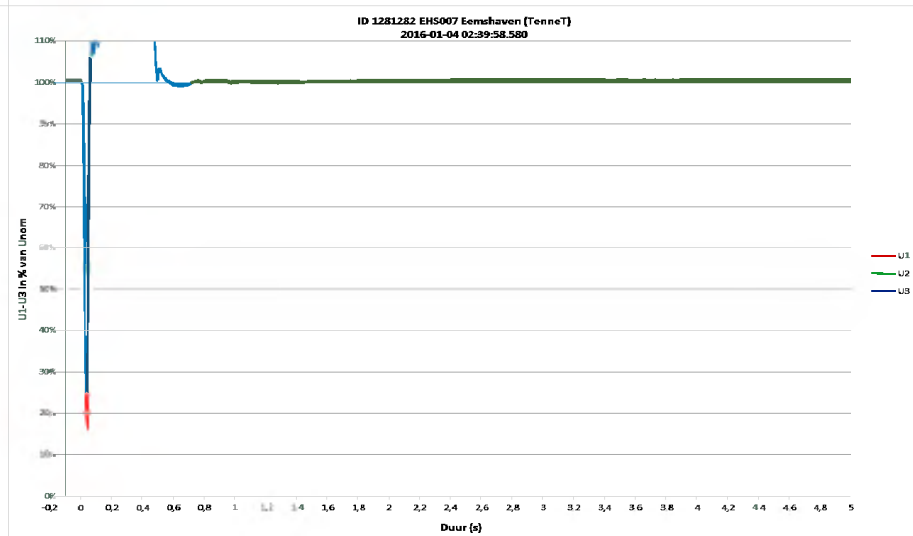
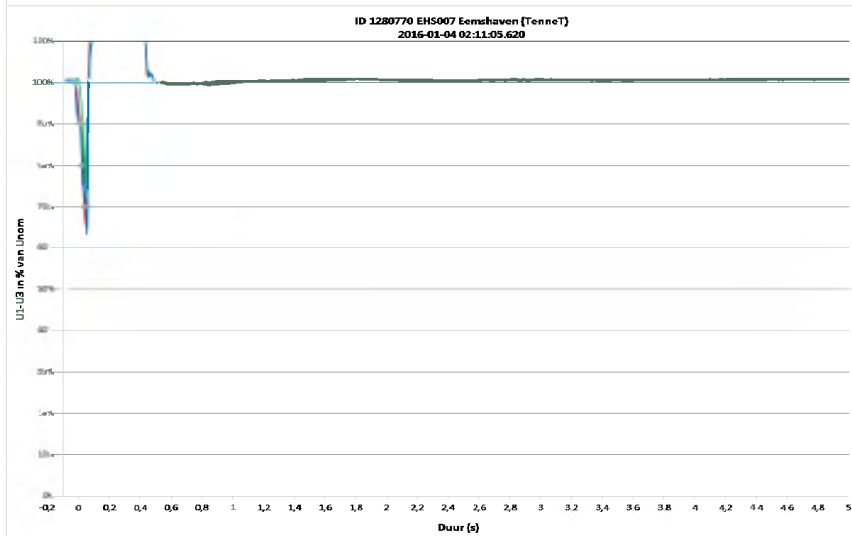
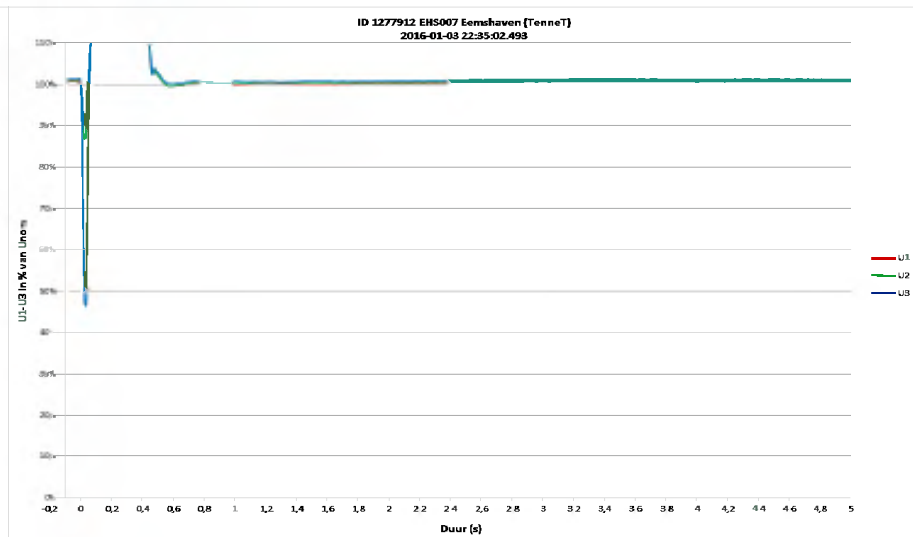
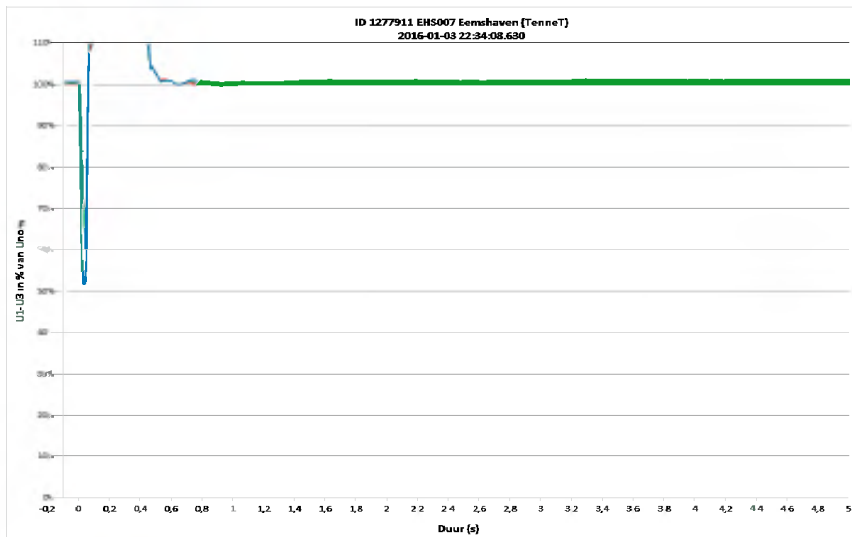
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
04-01-2016 2:39:59	65840,39063	0,44999999	396310,1875	16,61%
04-01-2016 4:04:58	105280,9063	0,43999997	398607,125	26,41%
04-01-2016 4:18:40	99592,5	0,41999999	398054,2188	25,02%
04-01-2016 4:32:15	177729,1094	0,42999998	399943,625	44,44%
04-01-2016 4:34:54	97952,21875	0,41999999	404069,4688	24,24%
04-01-2016 4:48:09	170302,1719	0,41999999	401703,9063	42,39%
04-01-2016 4:48:16	198066,4844	0,42999998	401866,8125	49,29%
04-01-2016 4:57:41	192239,9688	0,42999998	404058,7188	47,58%
04-01-2016 4:57:48	197462,4219	0,42999998	404051,5938	48,87%
04-01-2016 17:02:40	50950,35547	0,06999999	411611,5938	12,38%
04-01-2016 18:15:53	133747,8906	0,06999999	412386,7813	32,43%
04-01-2016 18:15:59	134046,2656	0,06999999	412390,875	32,50%
04-01-2016 22:12:34	151528,2344	0,06999999	408627,4688	37,08%
04-01-2016 22:12:41	152339,9531	0,06999999	408644,4063	37,28%
04-01-2016 22:54:23	151664,5313	0,06999999	407596,6563	37,21%
05-01-2016 0:01:07	52069,03516	0,05	409376,9063	12,72%
05-01-2016 0:14:08	147076,4063	0,06	410371,75	35,84%
05-01-2016 1:44:17	63068,39844	0,06999999	404885,5	15,58%
05-01-2016 19:26:07	125472,2734	0,06999999	401459,75	31,25%
07-01-2016 9:46:12	111714,5313	0,06	404474,6875	27,62%

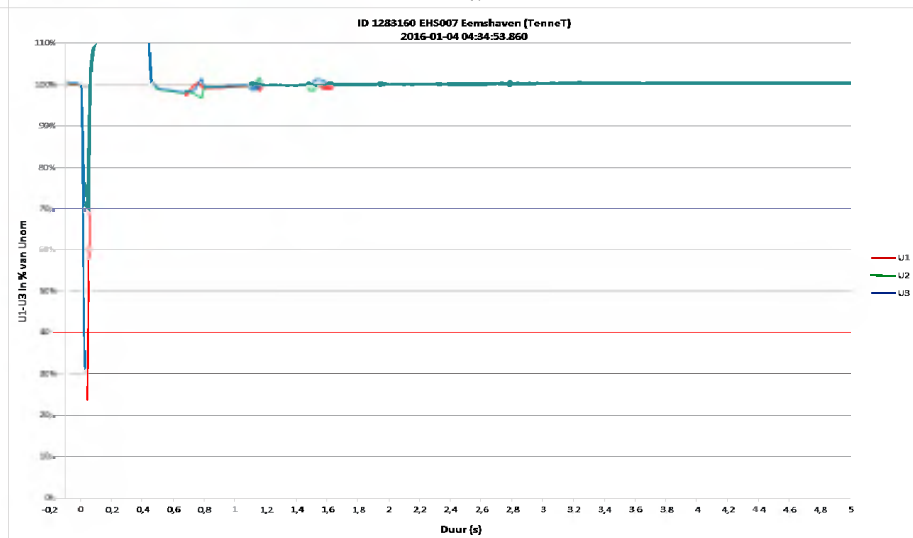
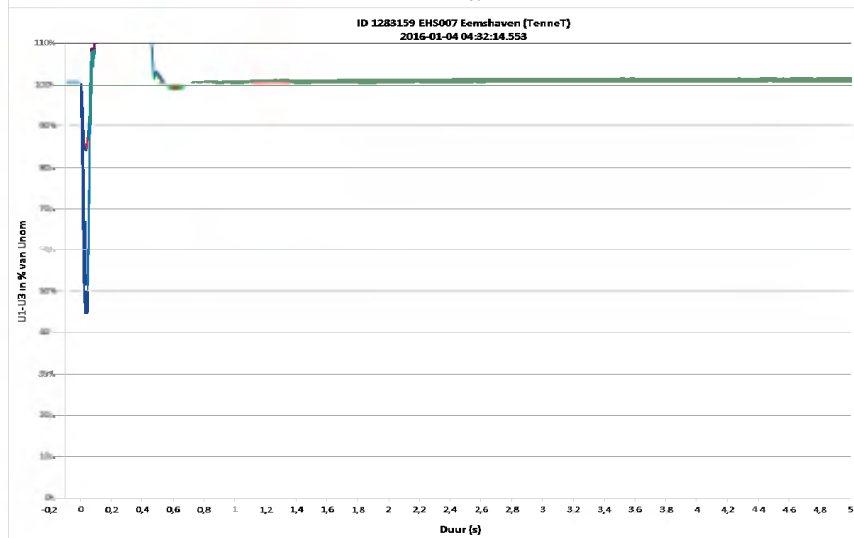
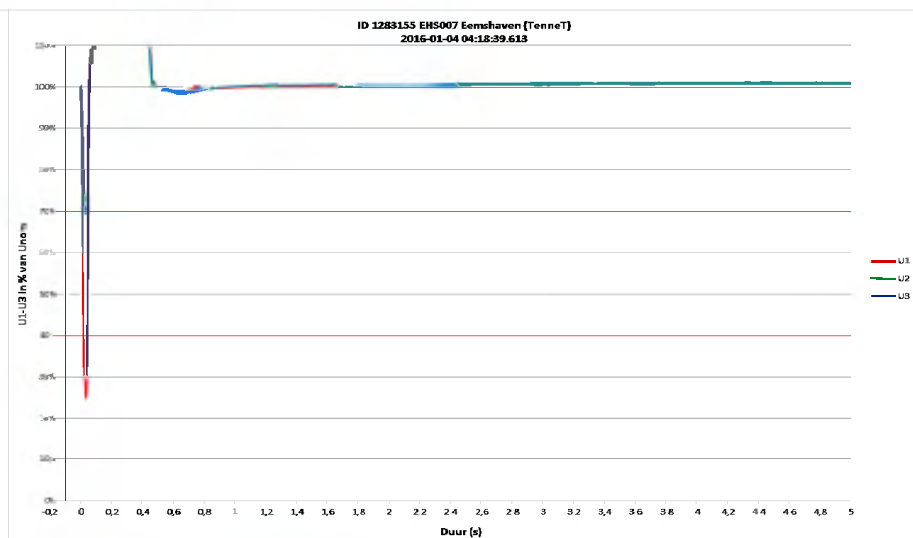
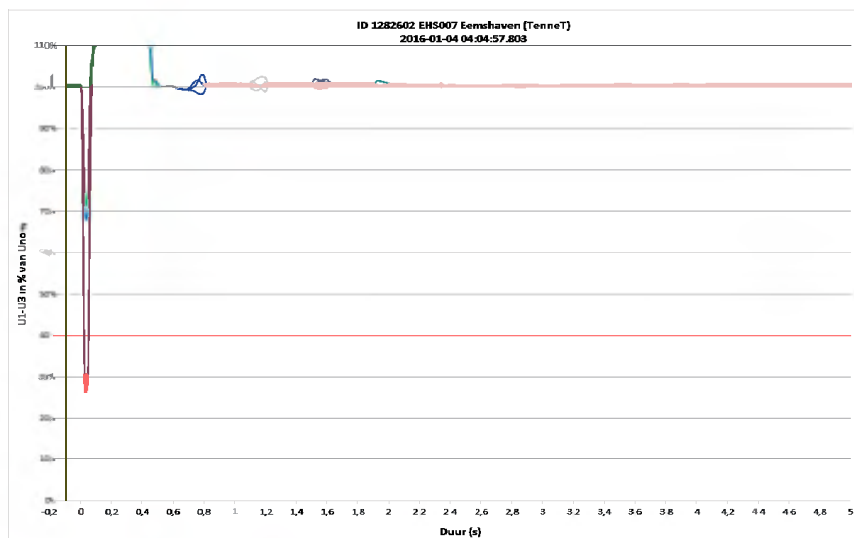


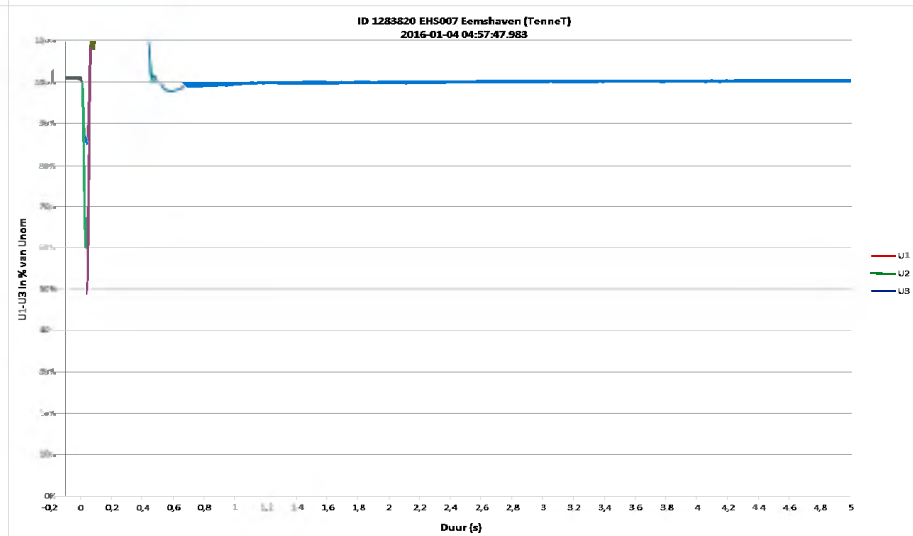
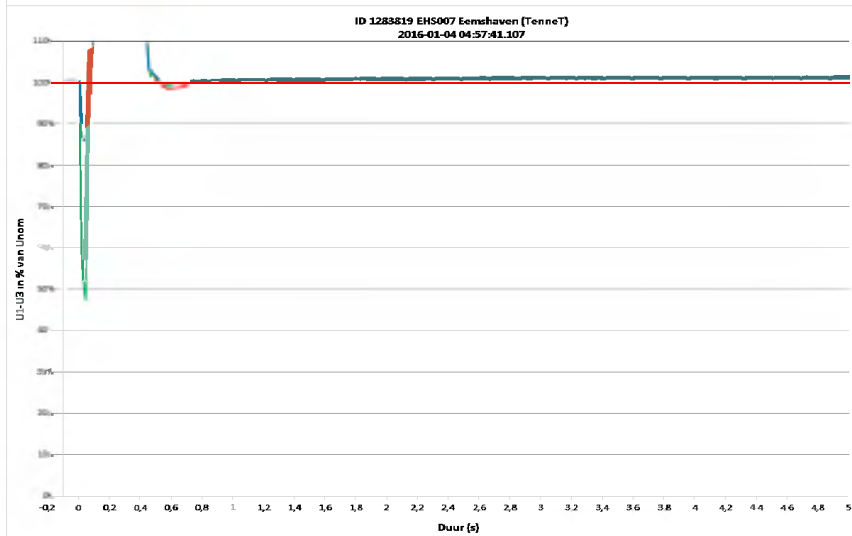
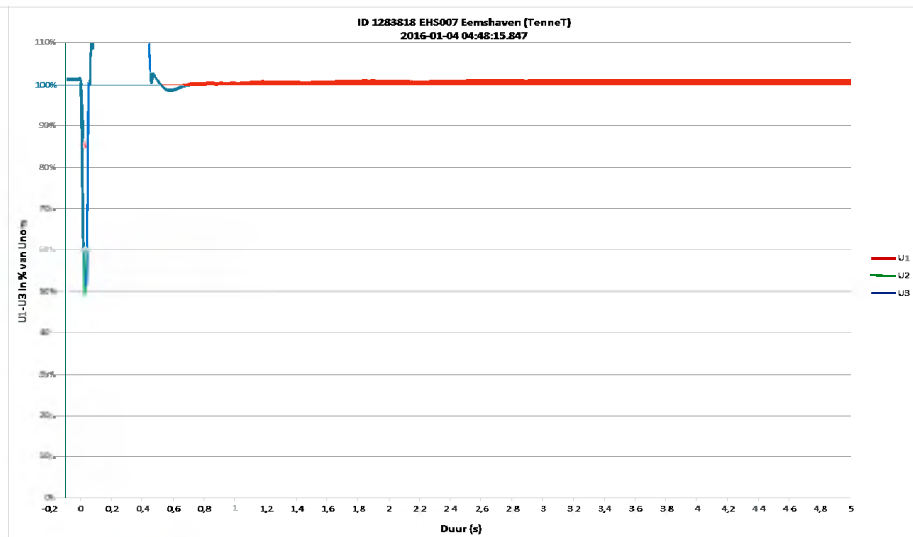
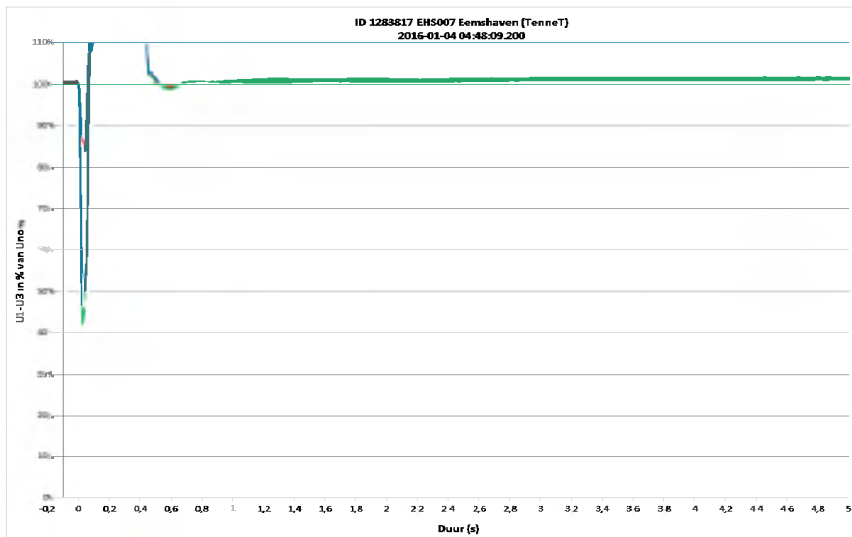


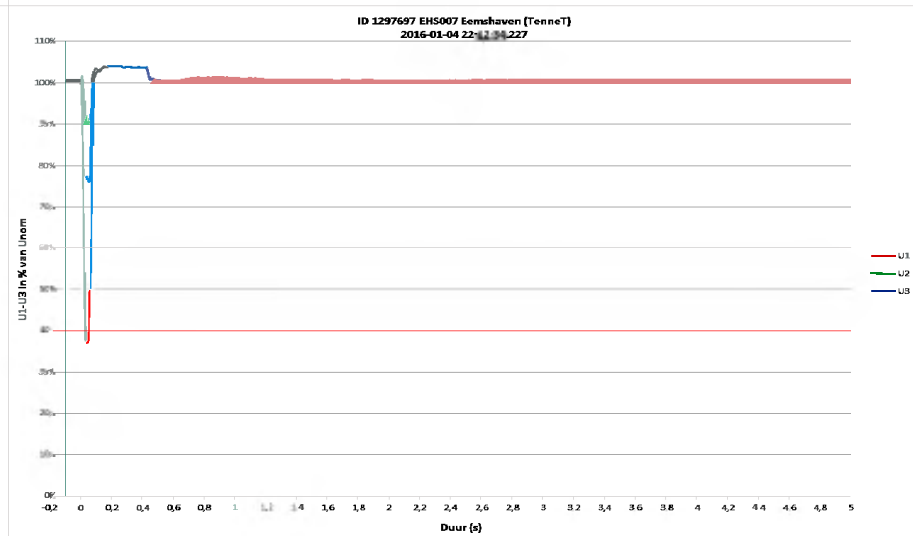
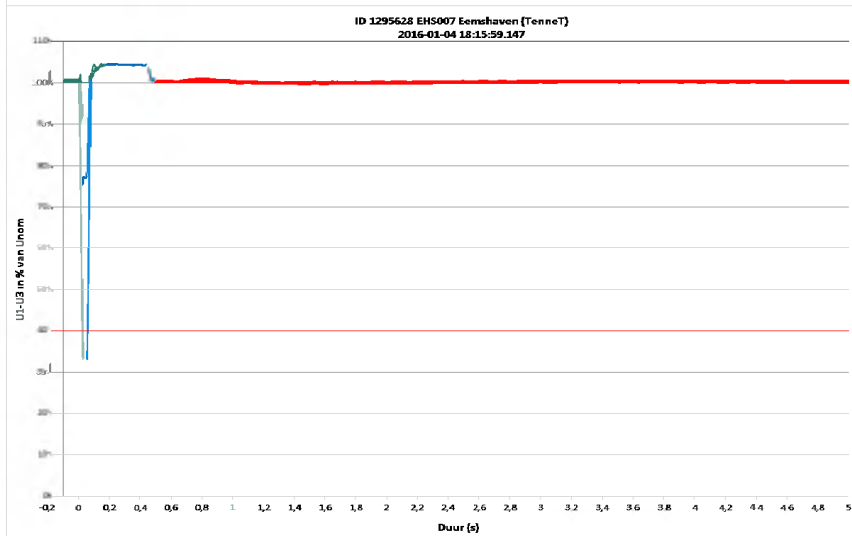
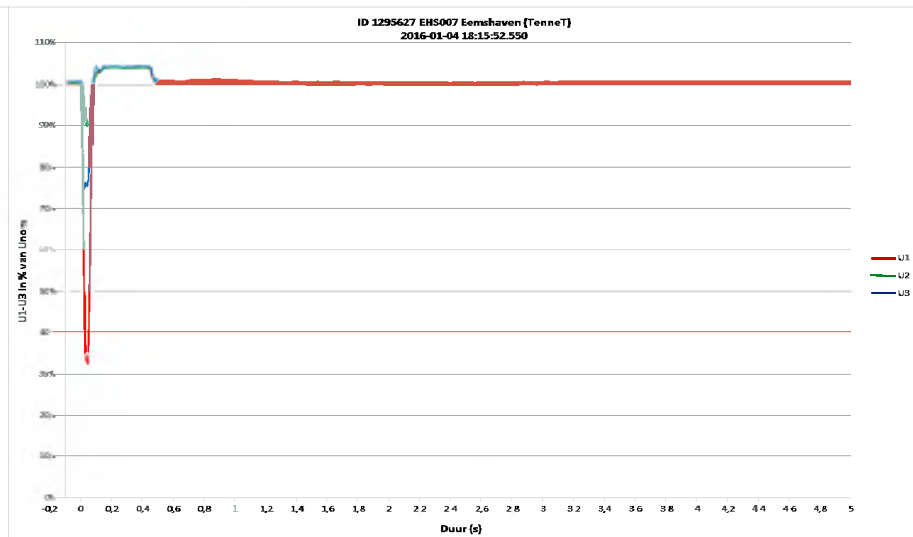
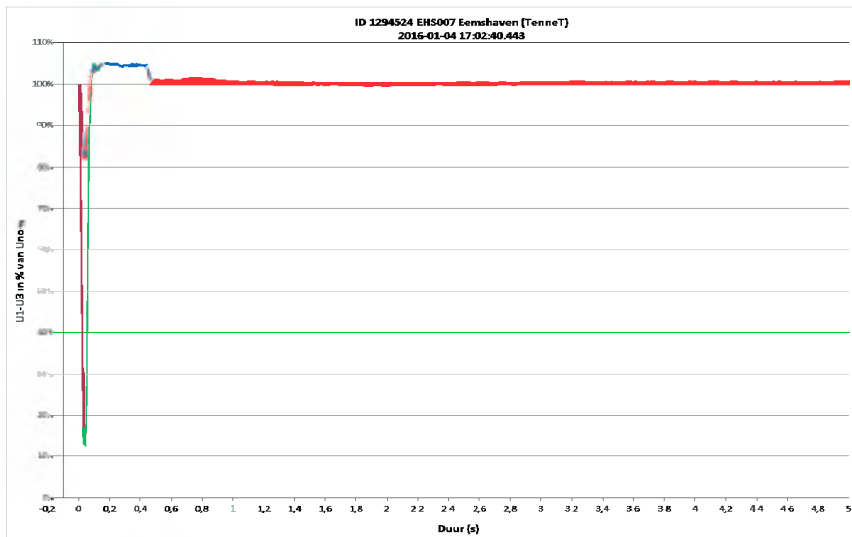


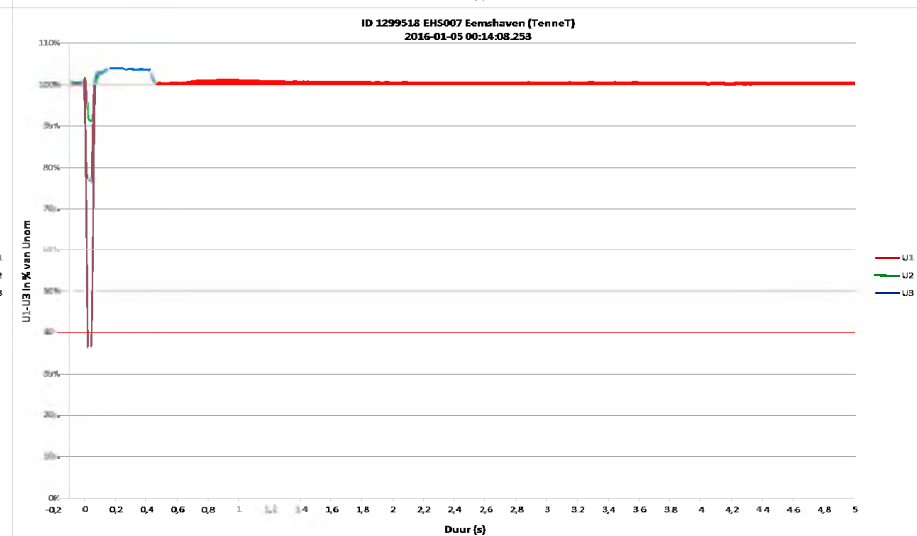
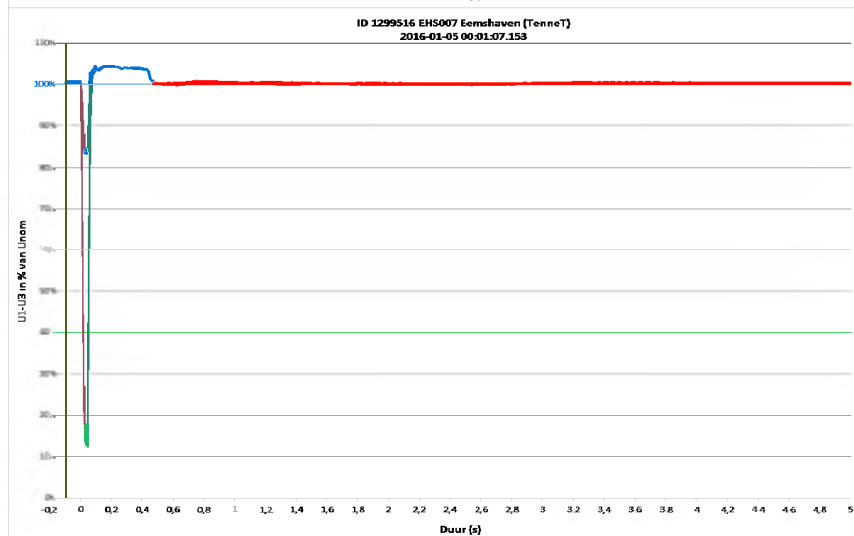
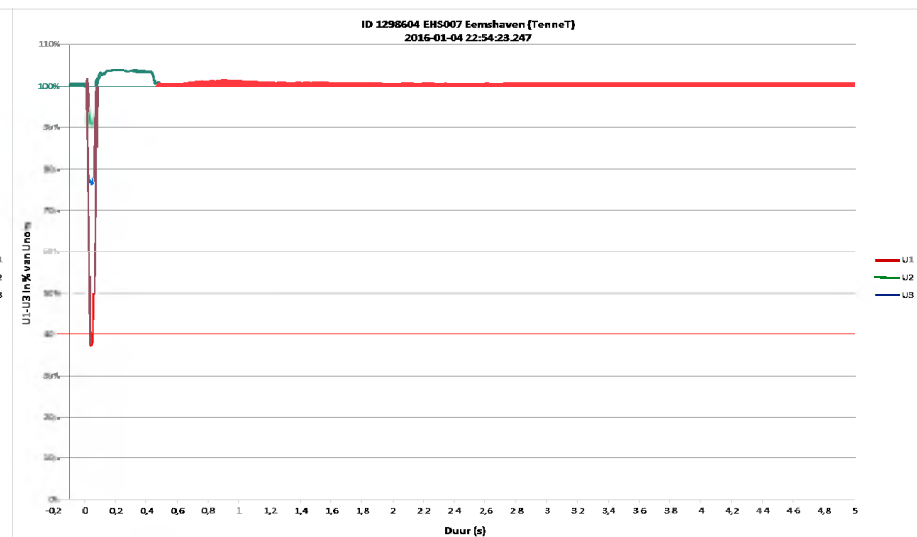
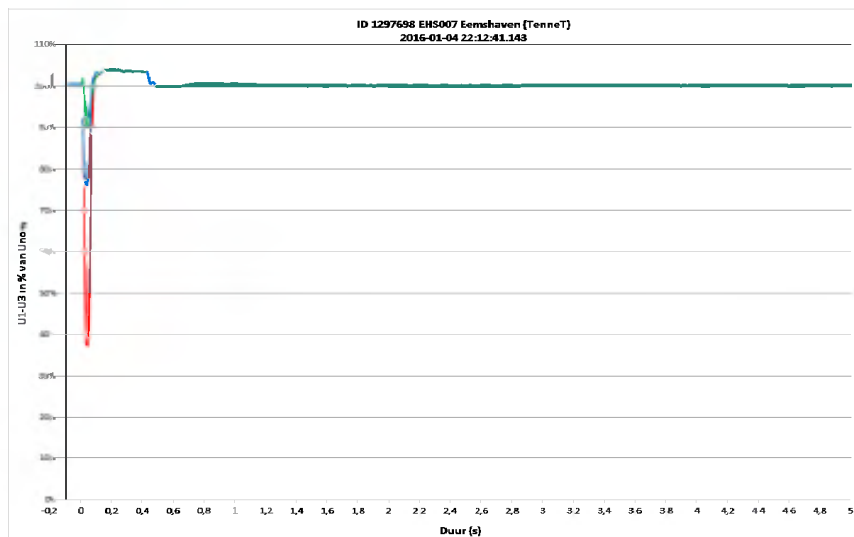


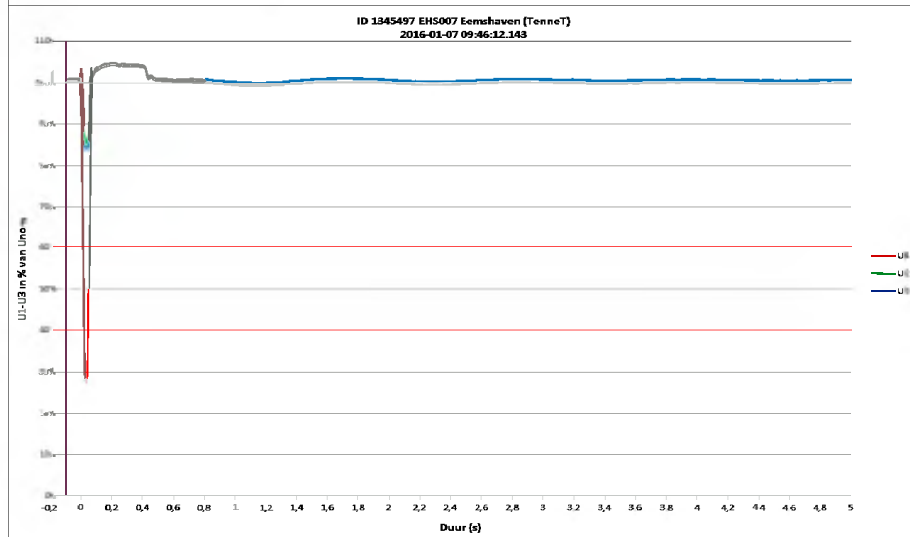
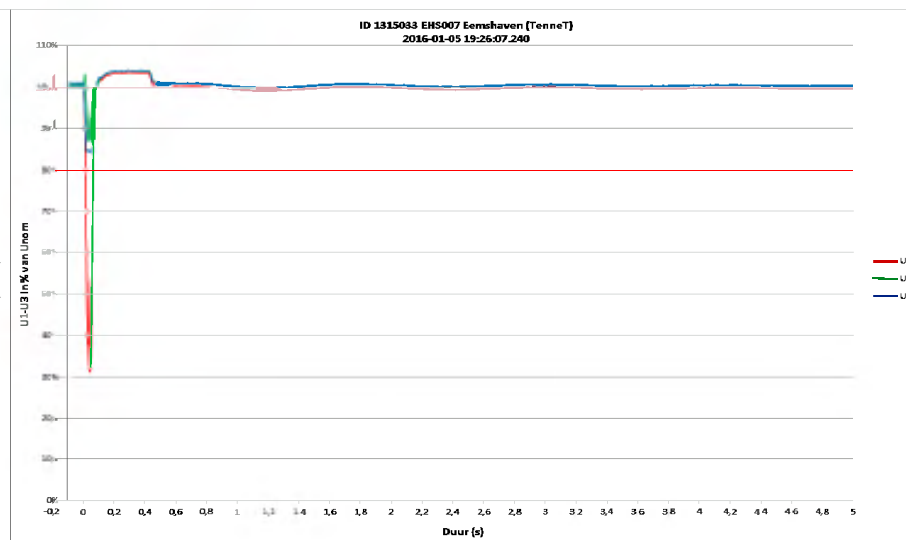
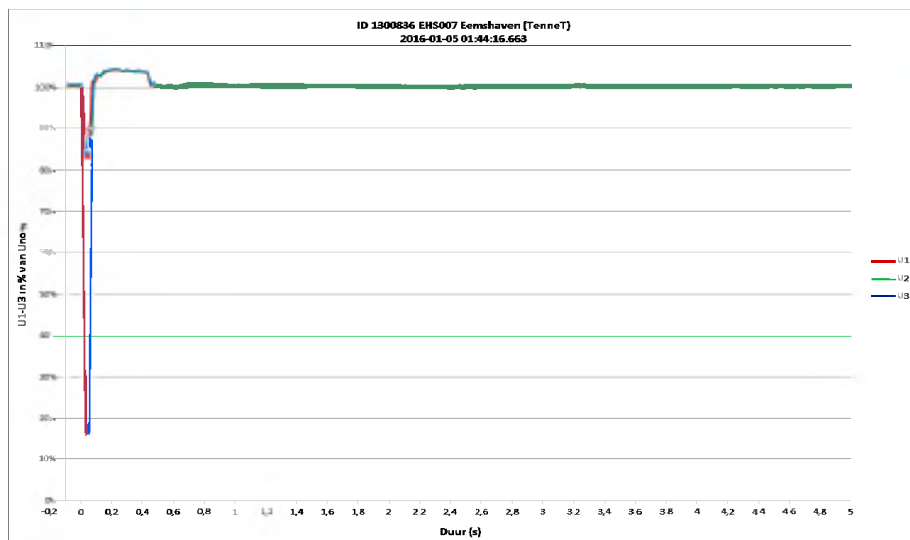










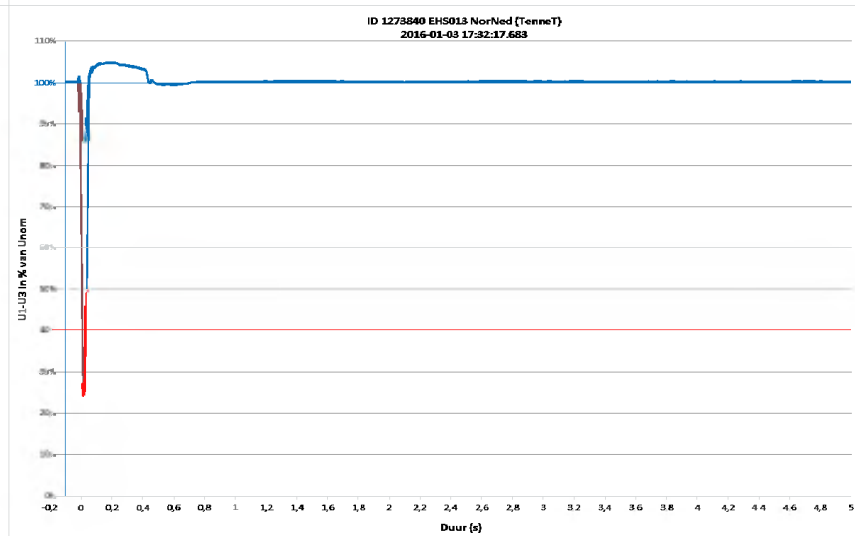
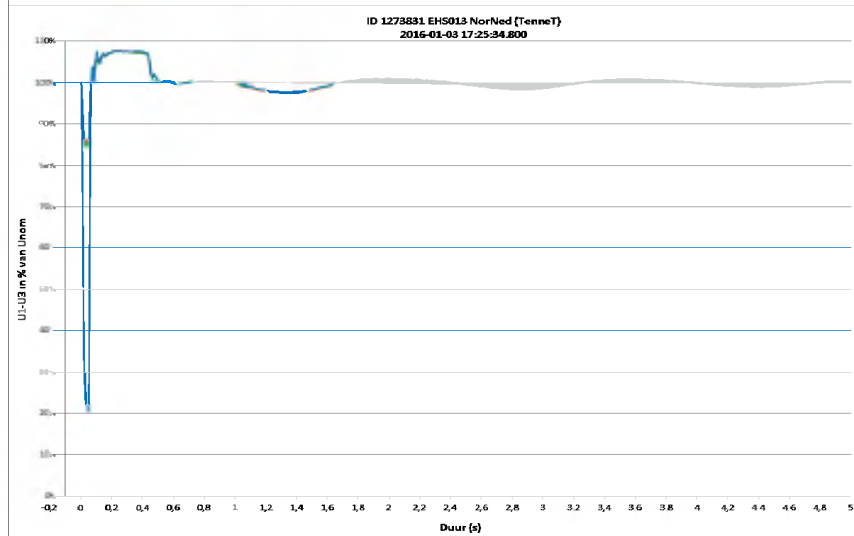
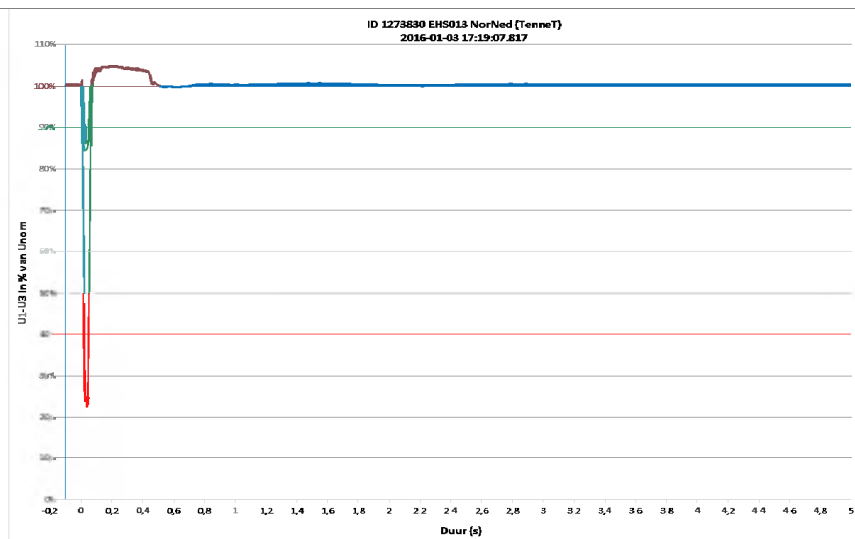
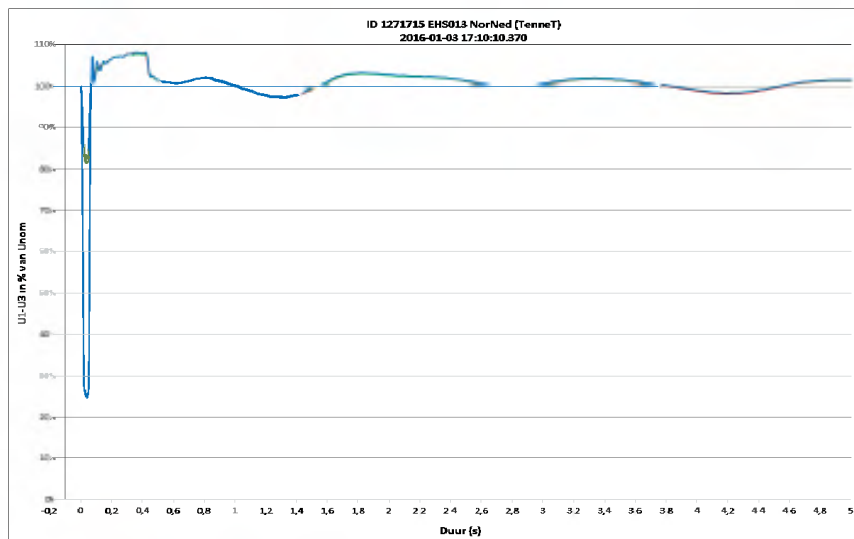


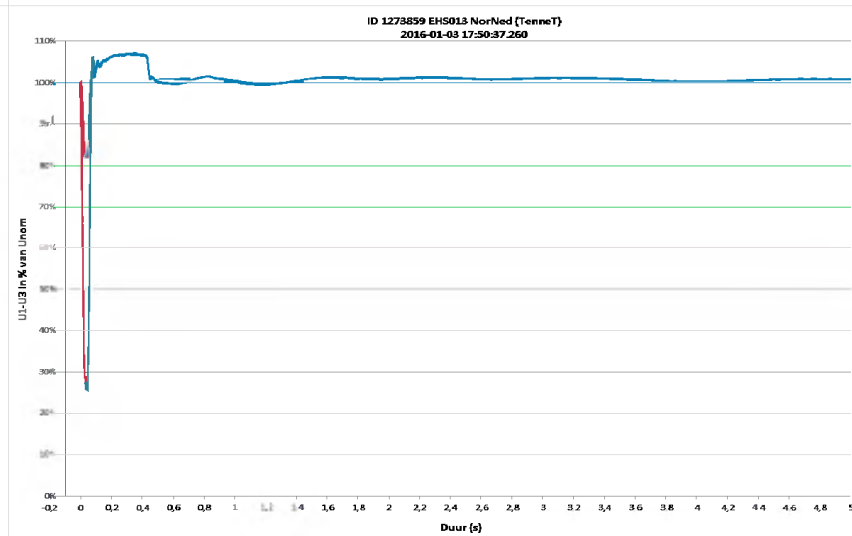
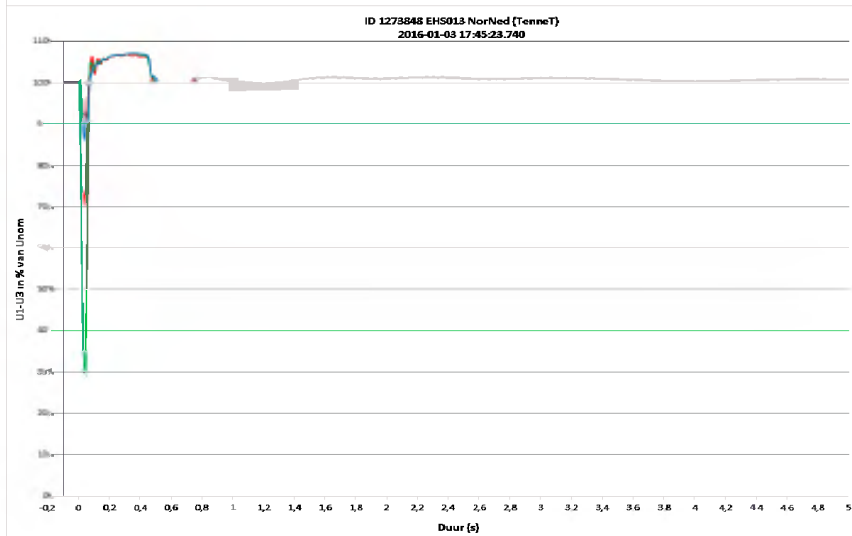
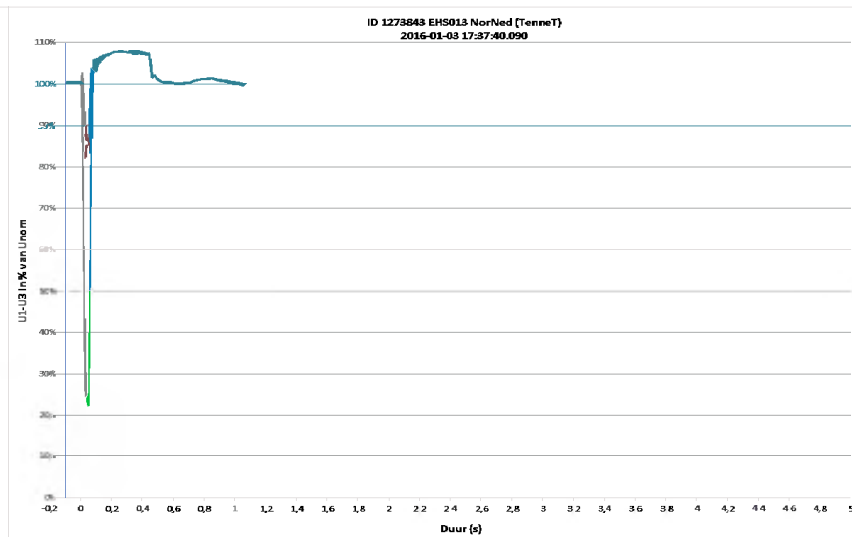
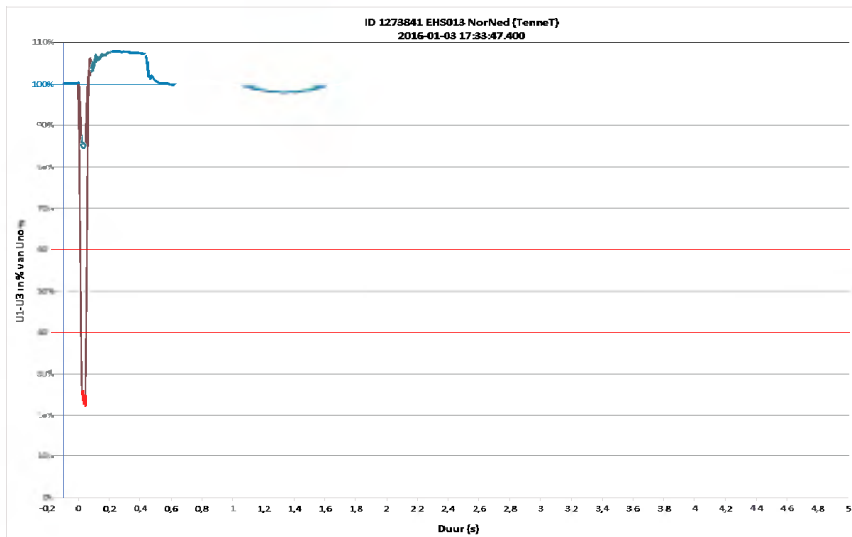
Bijlage G EHS013 NorNed

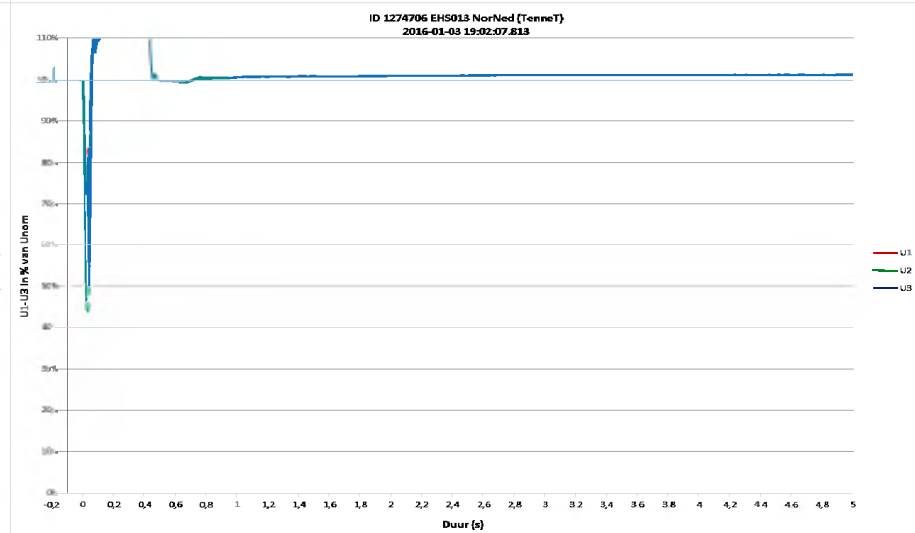
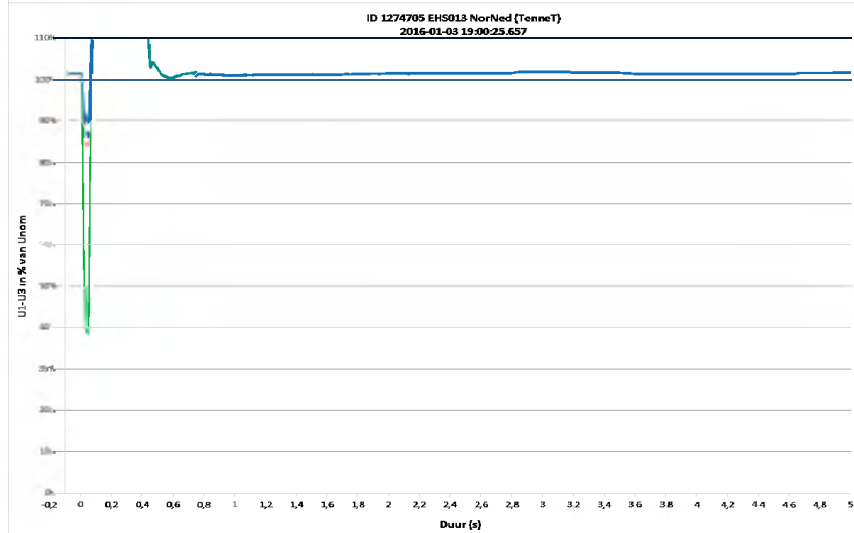
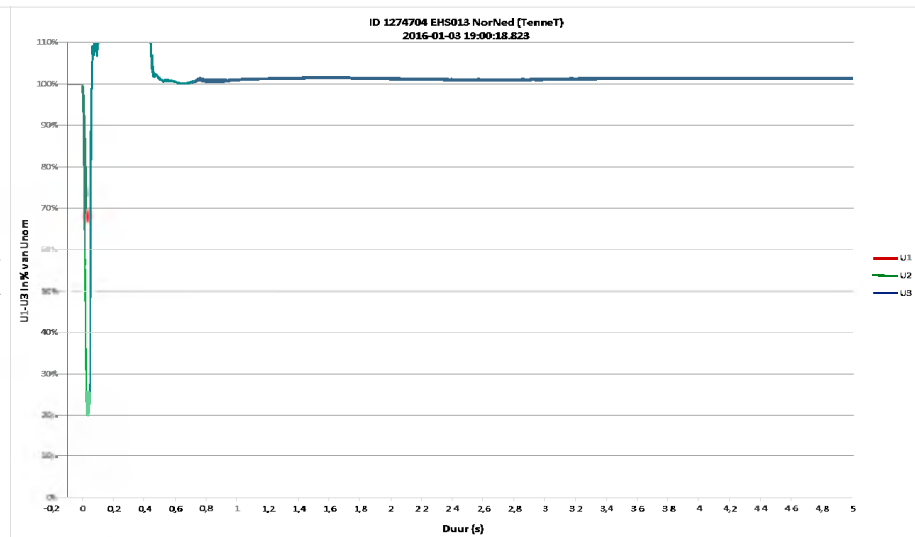
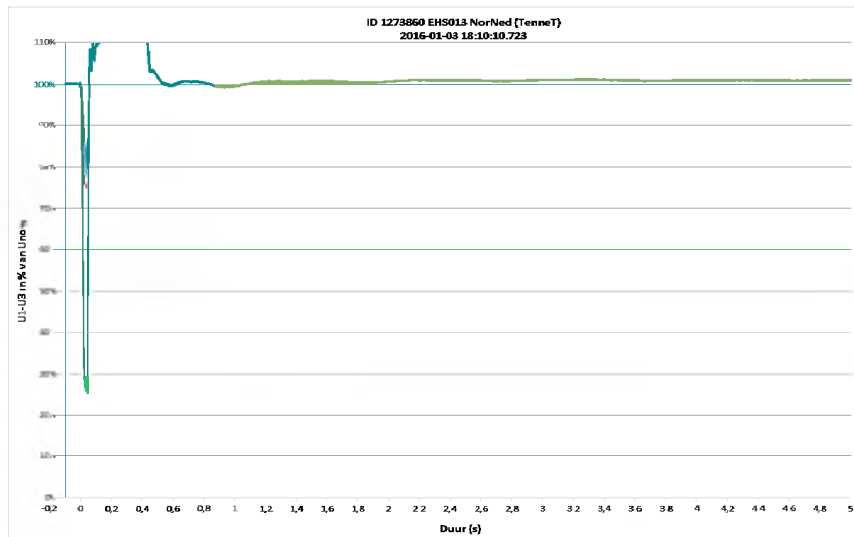
Diptabel*				
Restspanning u [%]	Duur t [ms]			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 5\,000$
$90 > u \geq 80$	3	0	1	0
$80 > u \geq 70$	2	0	0	0
$70 > u \geq 40$	10	10	0	0
$40 > u \geq 5$	19	10	0	0
$5 > u$	0	0	0	0

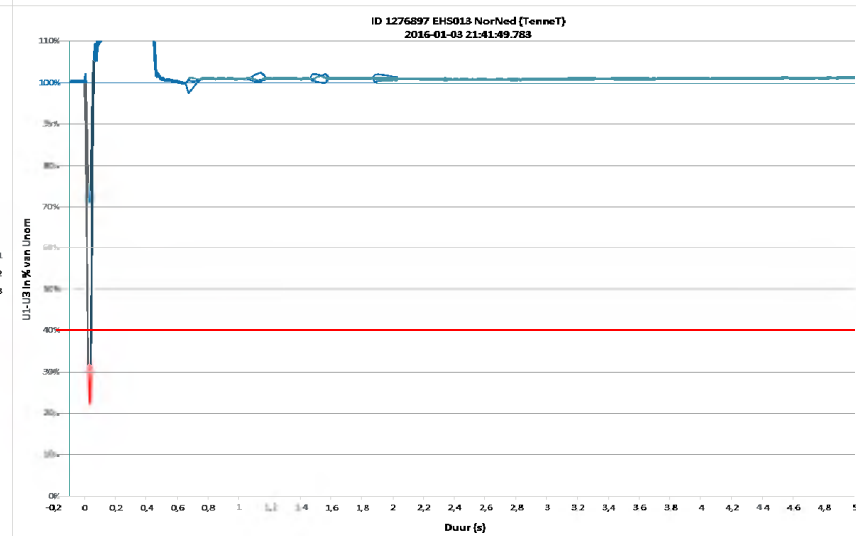
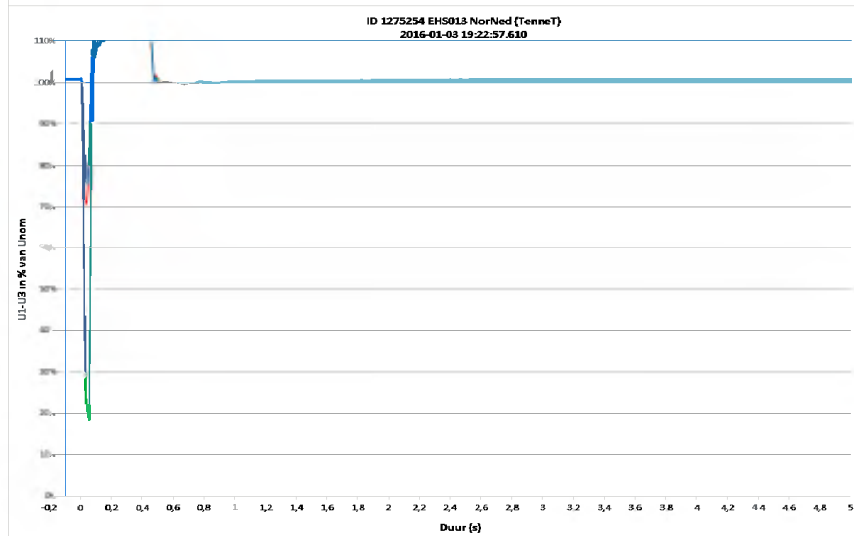
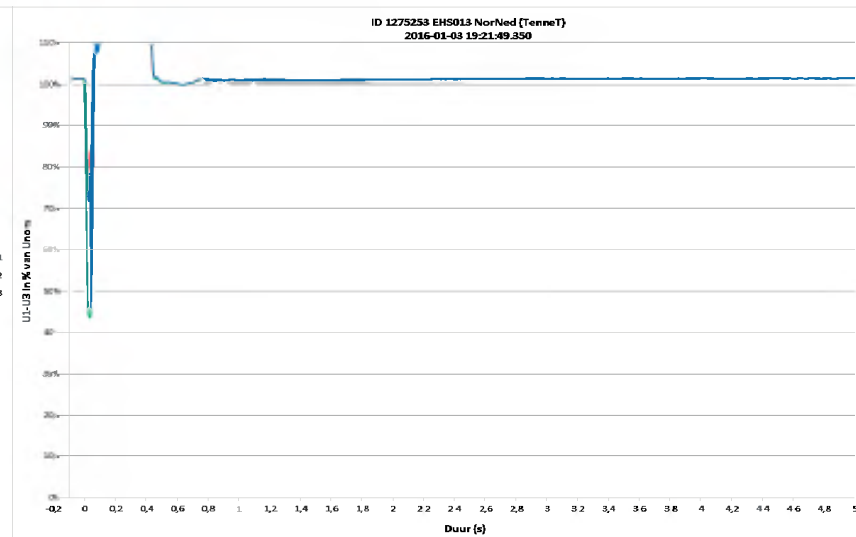
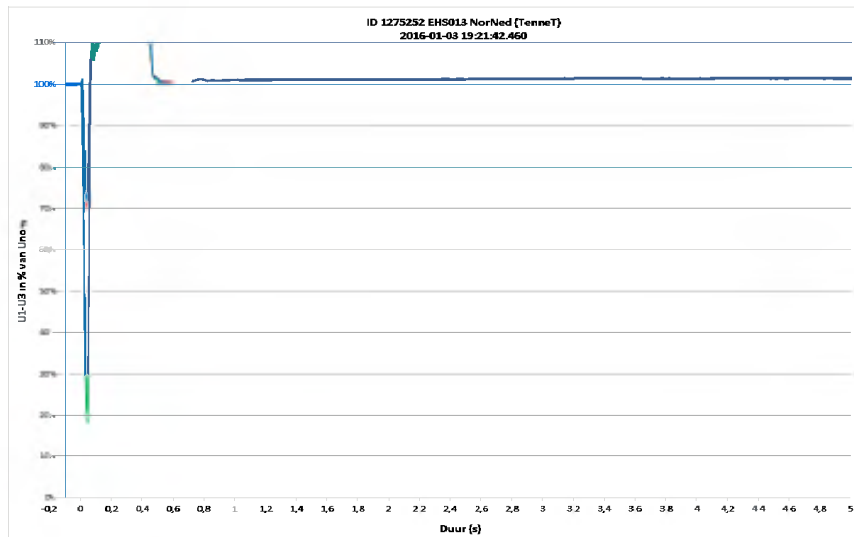
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
03-01-2016 17:10:10	99746,73438	0,14999999	401346,5	24,85%
03-01-2016 17:19:08	92665,14063	0,06999999	410500,1563	22,57%
03-01-2016 17:25:35	83978,00781	0,06	411051,9375	20,43%
03-01-2016 17:32:18	99816,45313	0,06	411236,2188	24,27%
03-01-2016 17:33:47	92584,24219	0,06999999	411474,1875	22,50%
03-01-2016 17:37:40	91620,01563	0,06999999	411539,7813	22,26%
03-01-2016 17:45:24	120595,6953	0,06	411947,3125	29,27%
03-01-2016 17:50:37	105285,3281	0,06999999	412395,9375	25,53%
03-01-2016 18:10:11	105586,7266	0,40999997	411634,875	25,65%
03-01-2016 19:00:19	77660,1875	0,41999999	390683	19,88%
03-01-2016 19:00:26	149487,5938	0,42999998	391229,6563	38,21%
03-01-2016 19:02:08	173948,6406	0,41999999	397453,125	43,77%
03-01-2016 19:21:42	74075,74219	0,43999997	397073,25	18,66%
03-01-2016 19:21:49	173755,625	0,41999999	397514,4063	43,71%
03-01-2016 19:22:58	75003,05469	0,41999999	401018,9688	18,70%
03-01-2016 21:41:50	90045,19531	0,42999998	402414,75	22,38%
03-01-2016 22:34:09	200168,7188	0,43999997	388743,1563	51,49%
03-01-2016 22:35:03	181254,4531	0,42999998	389874,8125	46,49%
04-01-2016 2:11:06	240407,7969	0,42999998	392198,5313	61,30%

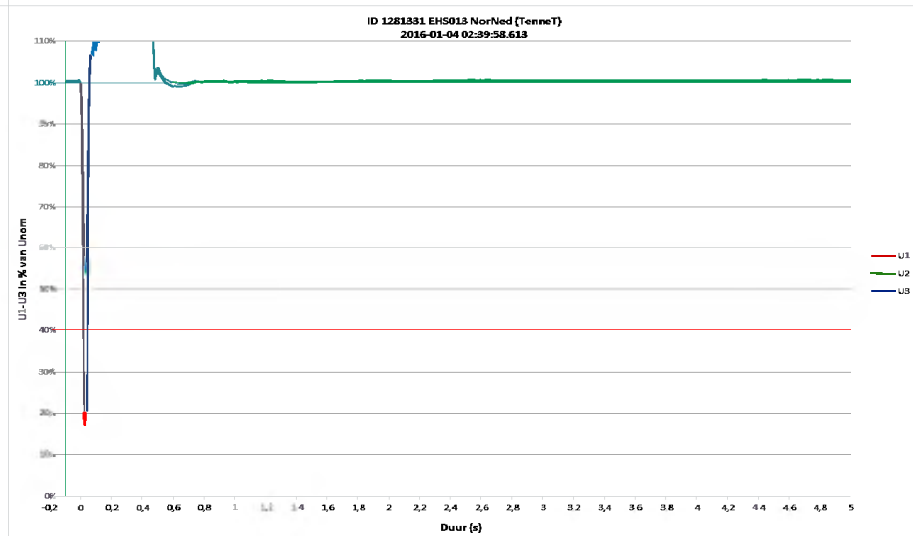
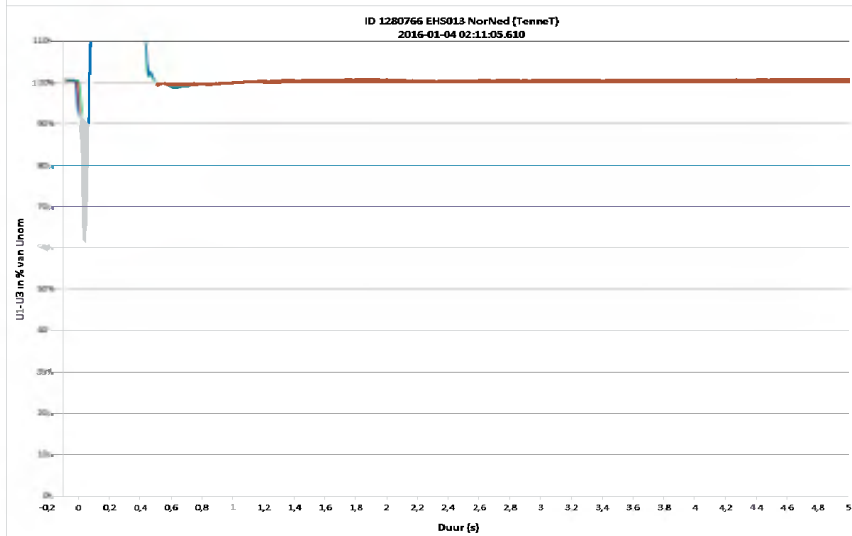
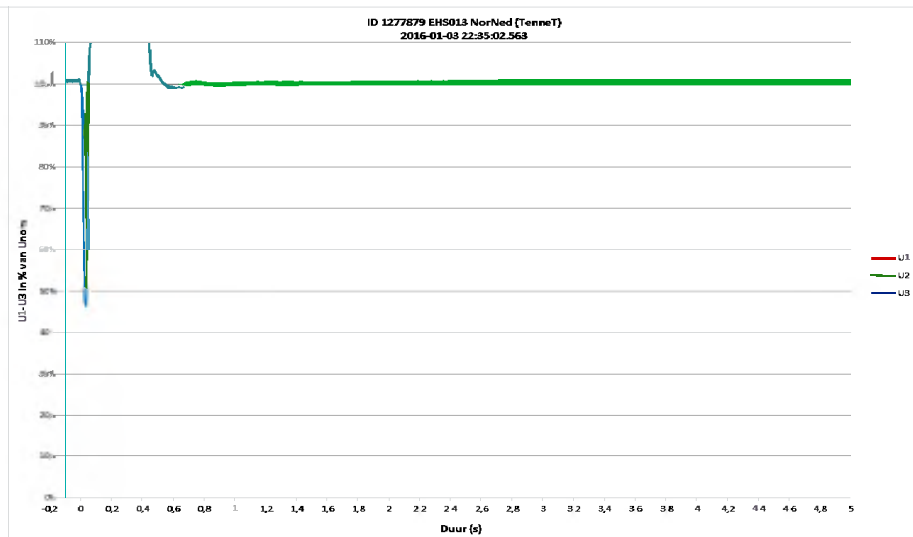
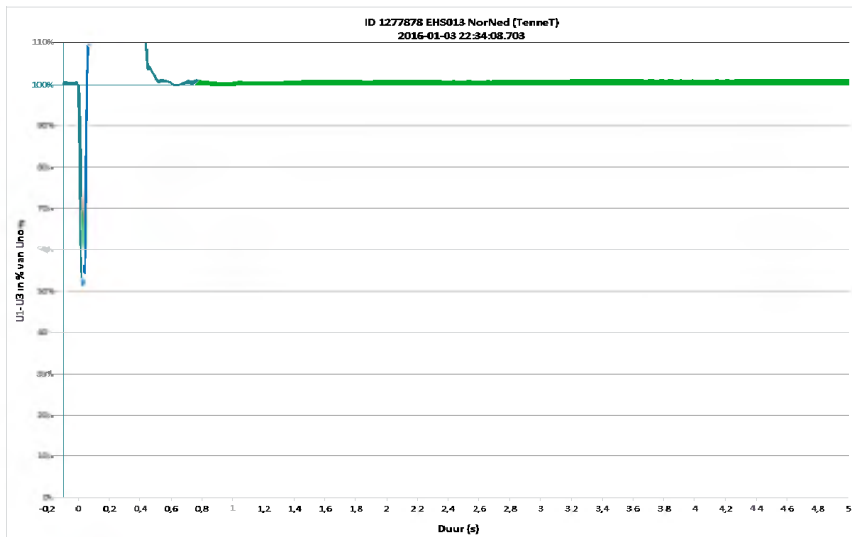
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
04-01-2016 2:39:59	68217,71094	0,44999999	396860,2813	17,19%
04-01-2016 4:04:58	101434,6953	0,42999998	399186,0313	25,41%
04-01-2016 4:18:40	90524,39844	0,43999997	398632,5938	22,71%
04-01-2016 4:32:15	166176,3125	0,42999998	400534,375	41,49%
04-01-2016 4:34:54	100353,1094	0,41999999	404657,125	24,80%
04-01-2016 4:48:09	170168,9844	0,41999999	402290,0313	42,30%
04-01-2016 4:48:16	192447,4844	0,42999998	402450,7813	47,82%
04-01-2016 4:57:41	206632,5	0,42999998	404622,125	51,07%
04-01-2016 4:57:48	206790,4063	0,41999999	404602,9063	51,11%
04-01-2016 17:02:40	54387,77344	0,06999999	412204,4063	13,19%
04-01-2016 18:15:53	133975,75	0,06	412977,5313	32,44%
04-01-2016 18:15:59	134443,3125	0,06	412975,0625	32,55%
04-01-2016 22:12:34	151316,5156	0,06	409165,4688	36,98%
04-01-2016 22:12:41	152235,5156	0,06	409179,4688	37,21%
04-01-2016 22:54:23	151755,0781	0,06	408131,1875	37,18%
05-01-2016 0:01:07	53508,32031	0,06	409925,5625	13,05%
05-01-2016 0:14:08	147395,5781	0,06	410943,4063	35,87%
05-01-2016 1:44:17	63364,37891	0,06	405449,0625	15,63%
05-01-2016 19:26:07	123364,0313	0,06999999	401676,5625	30,71%
07-01-2016 9:46:12	109598,9766	0,06	404713,0313	27,08%

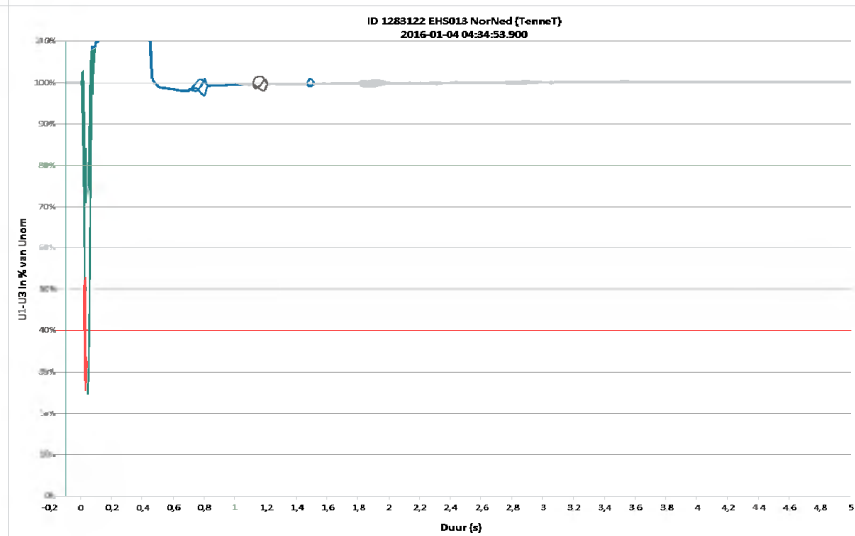
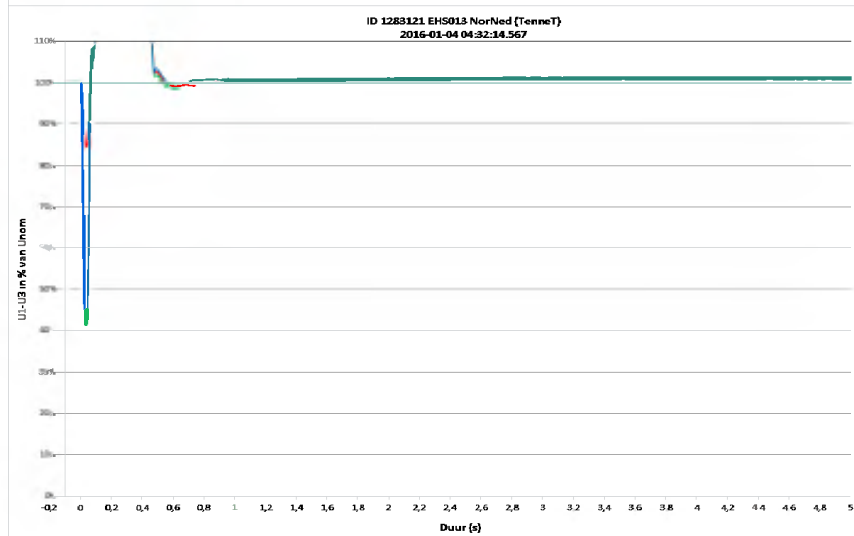
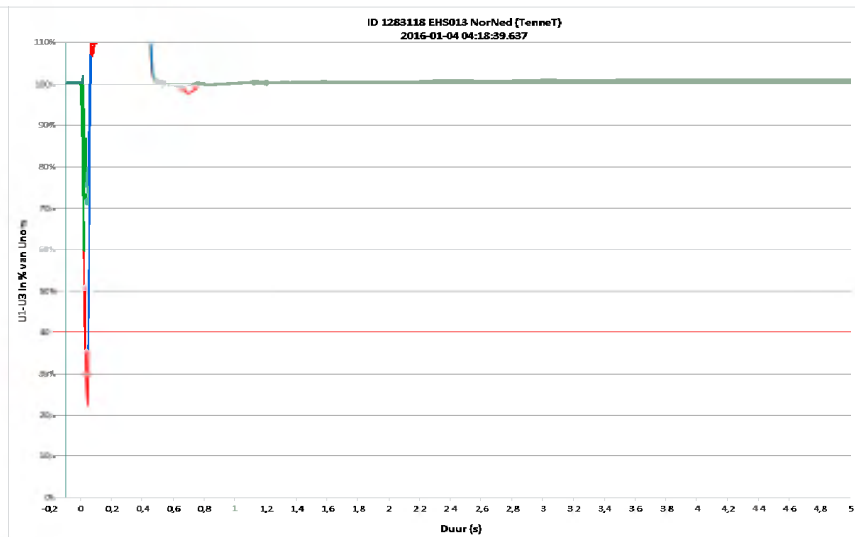
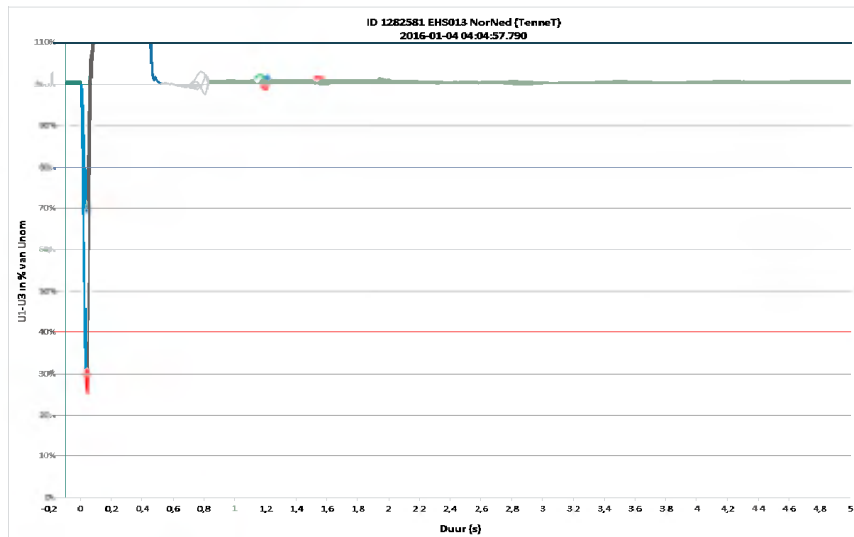


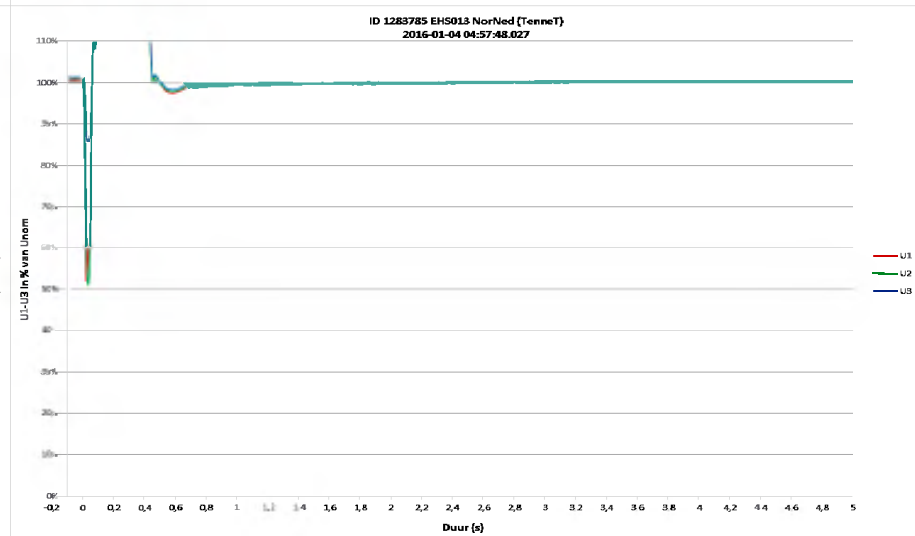
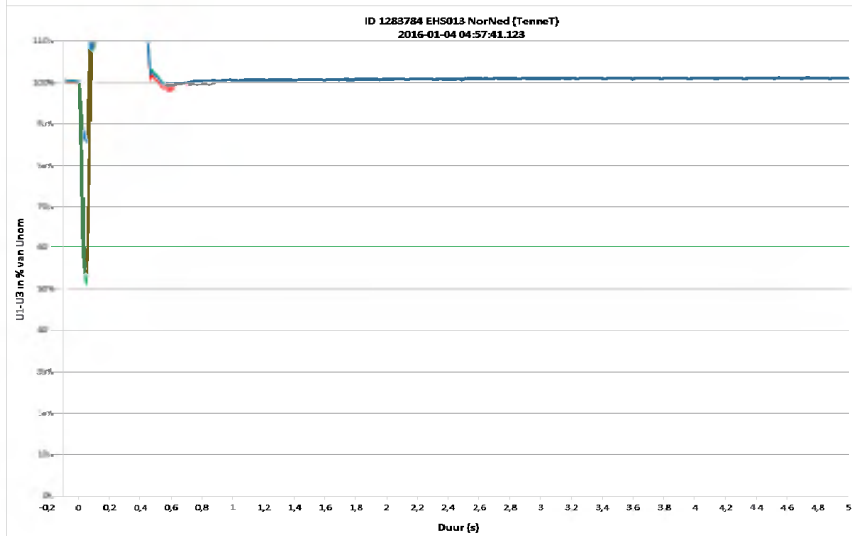
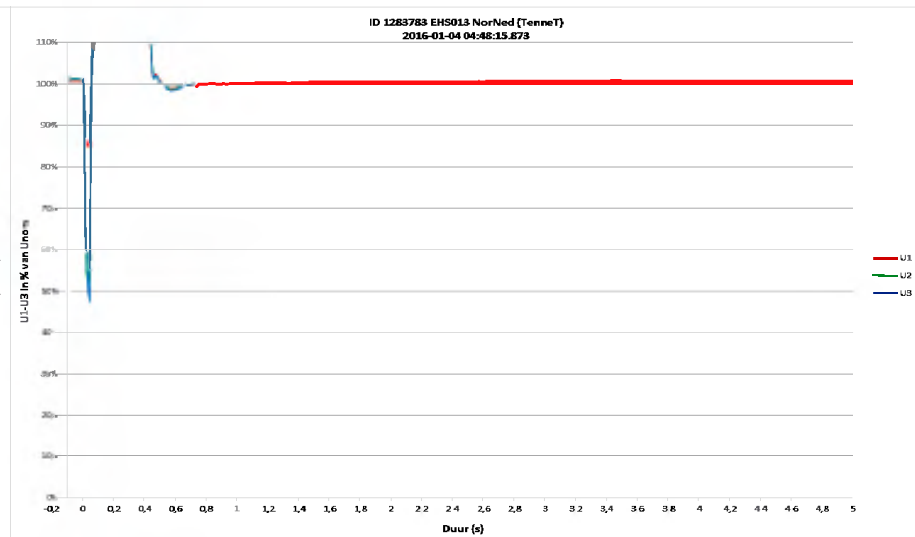
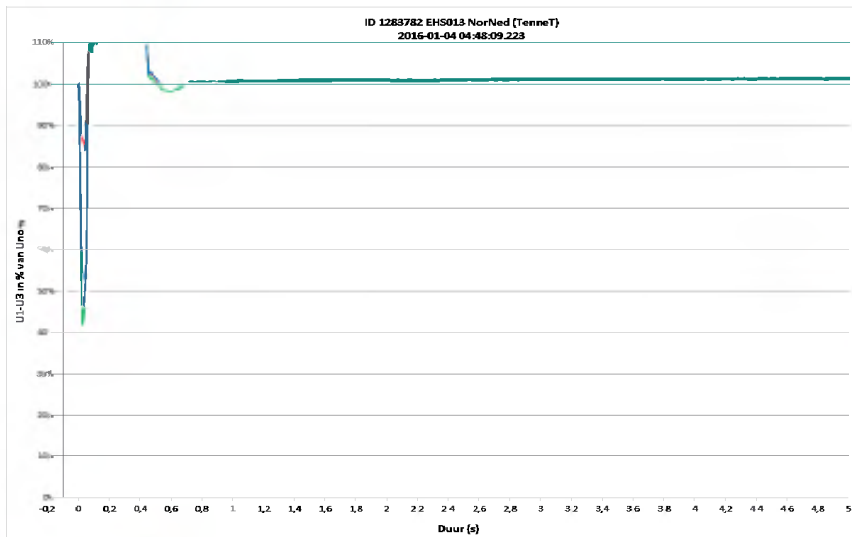


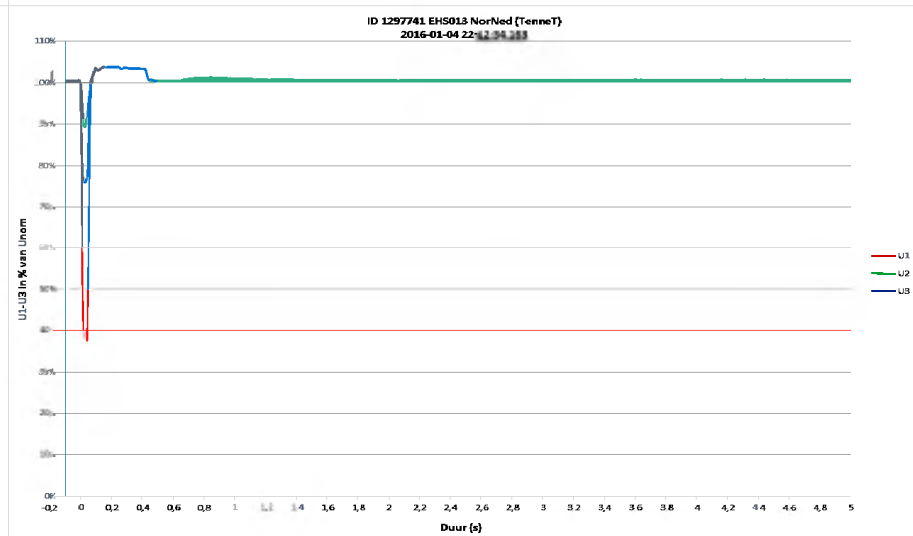
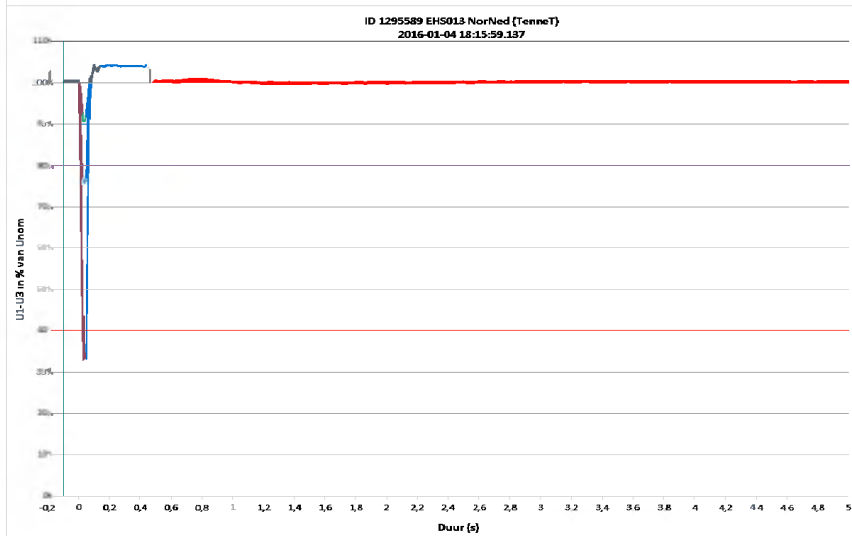
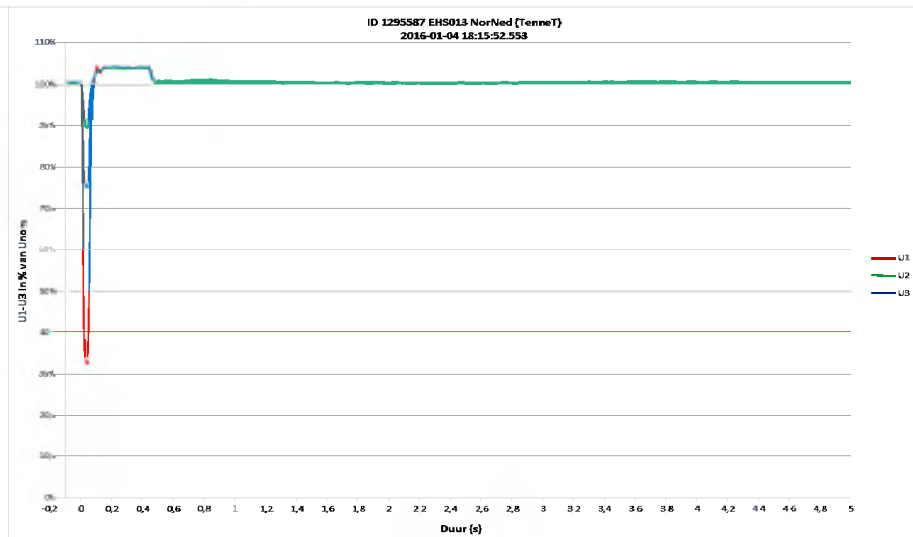
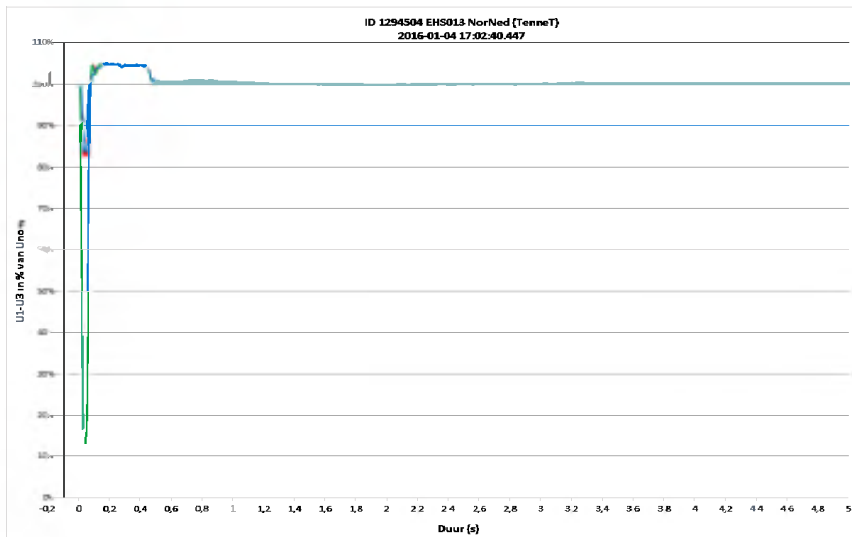


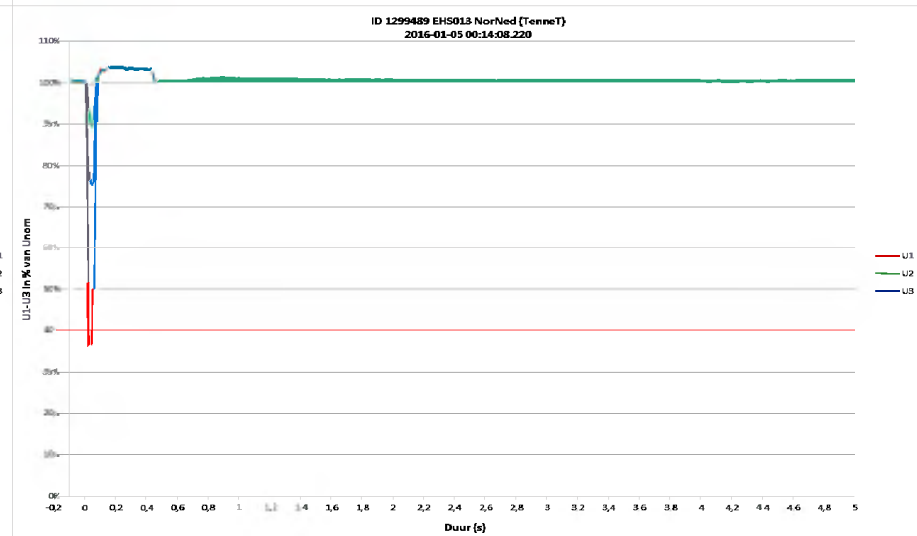
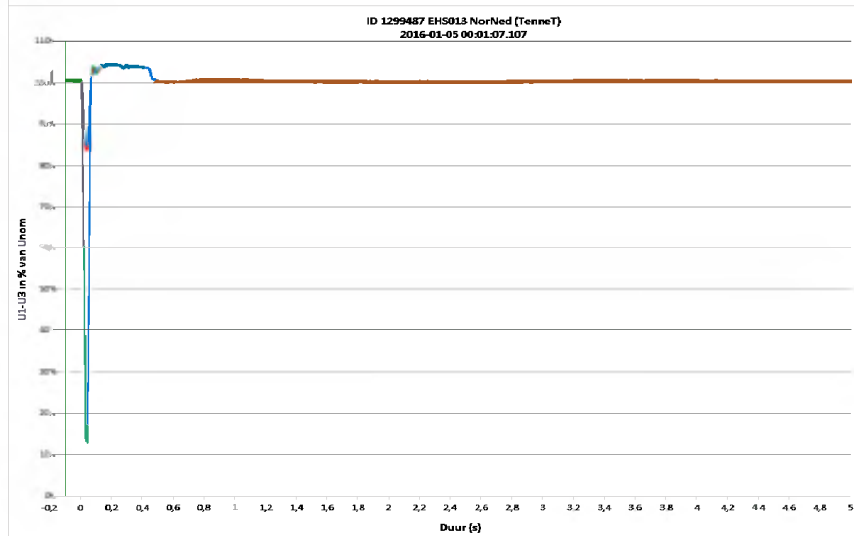
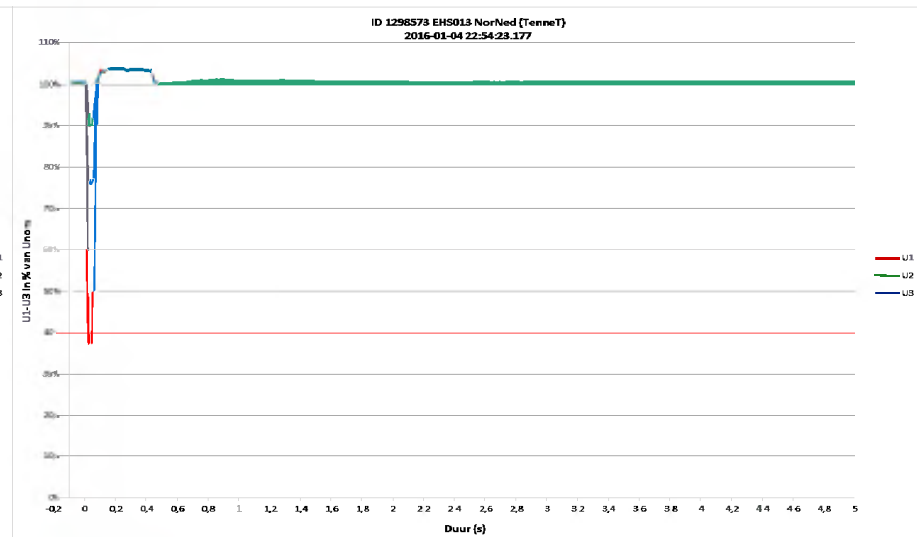
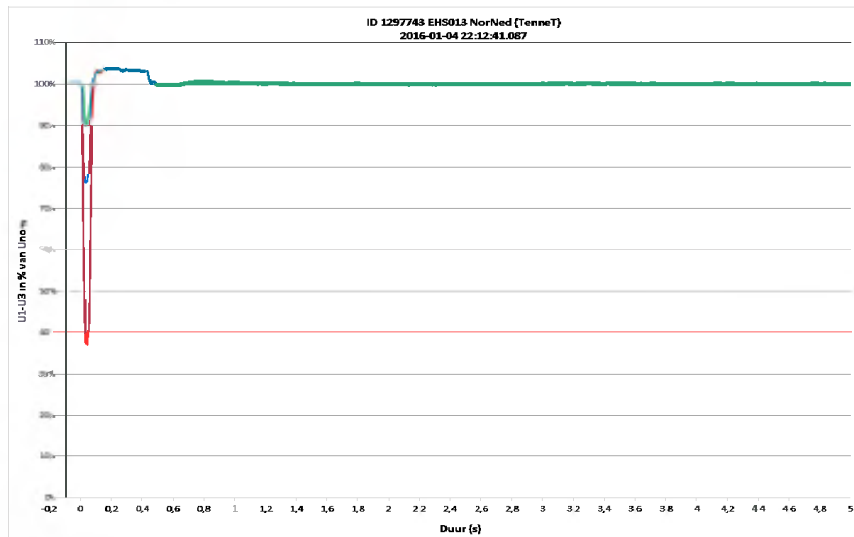


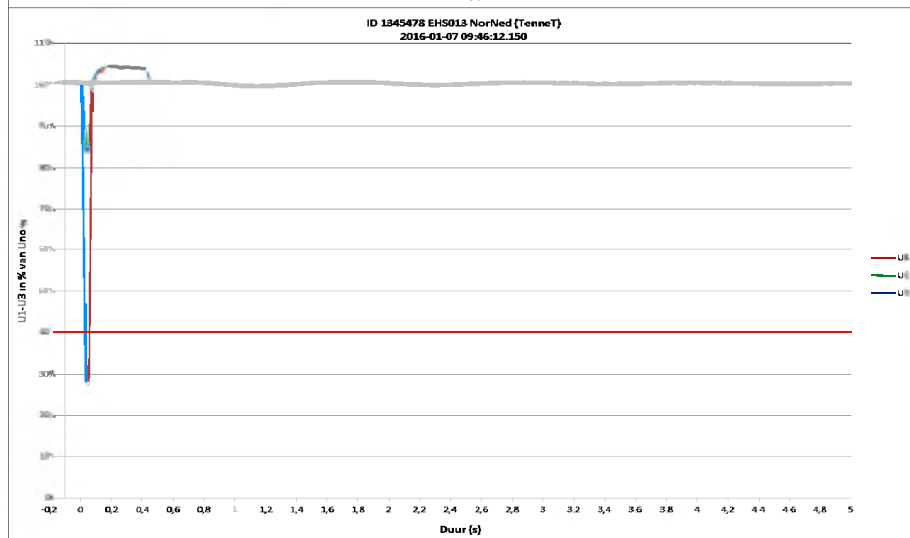
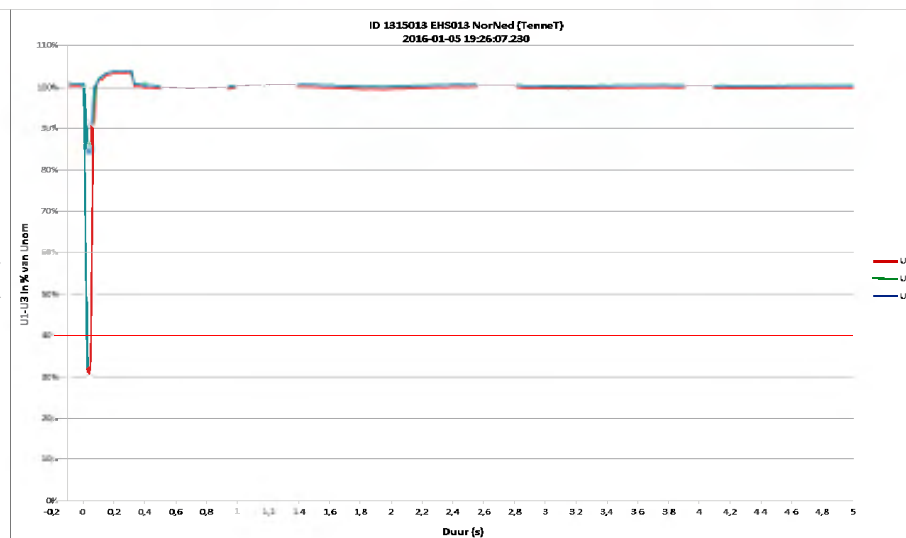
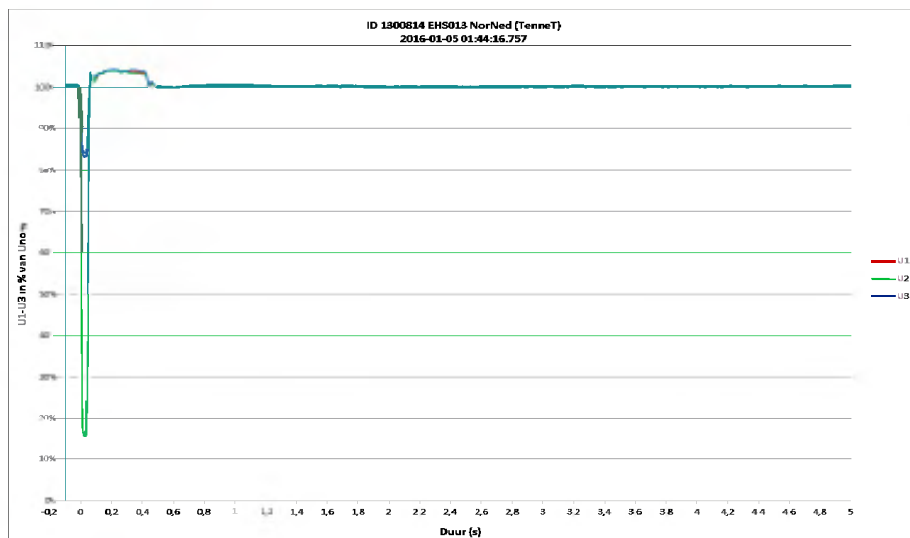










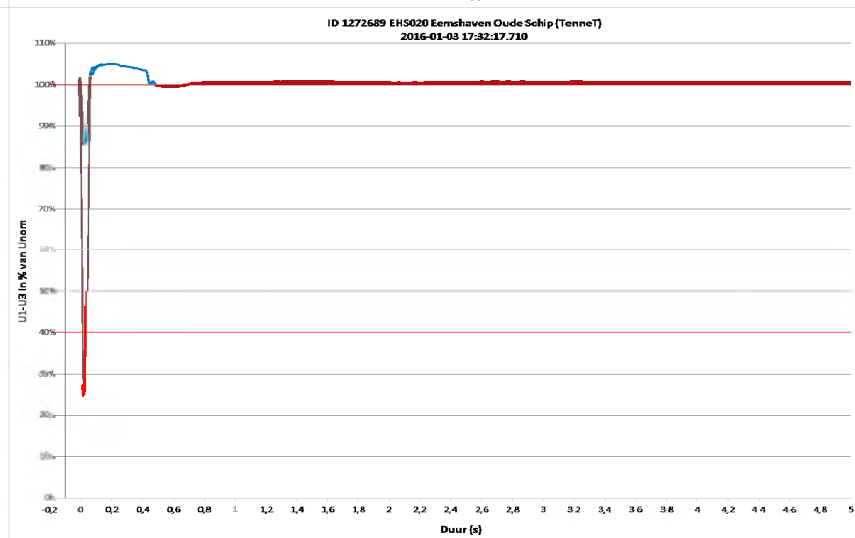
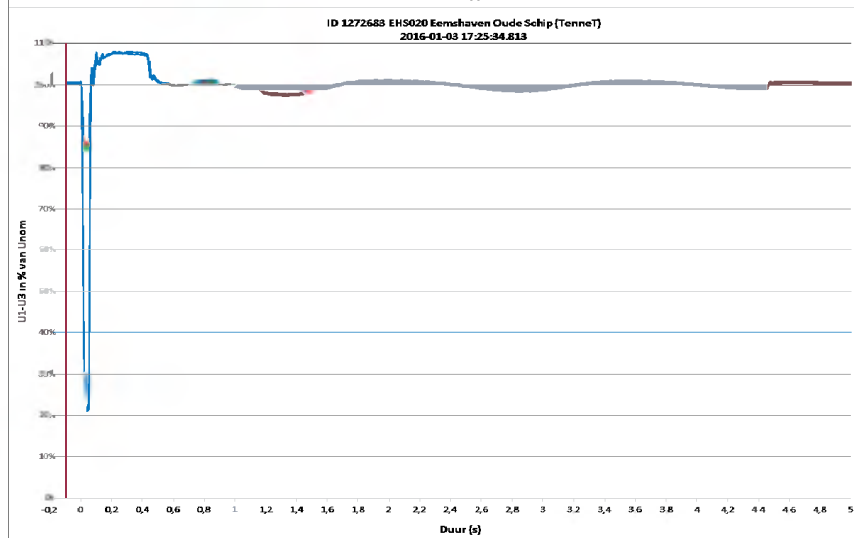
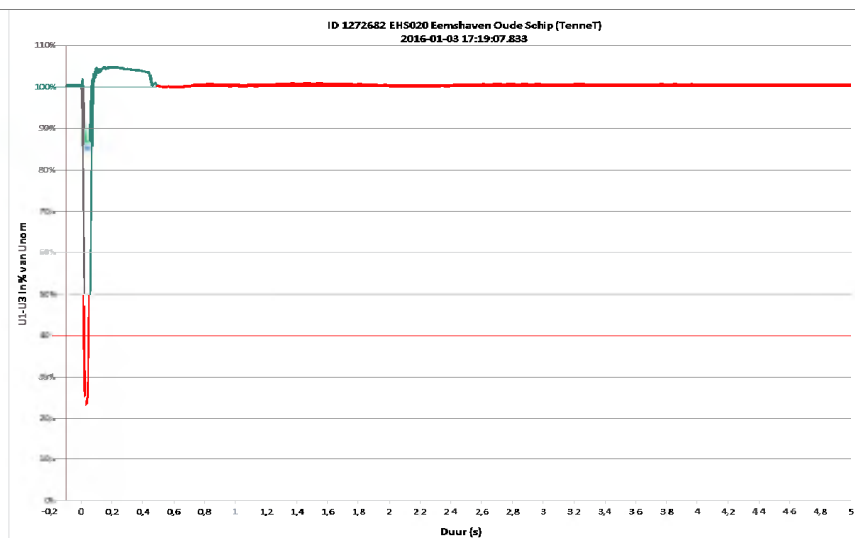
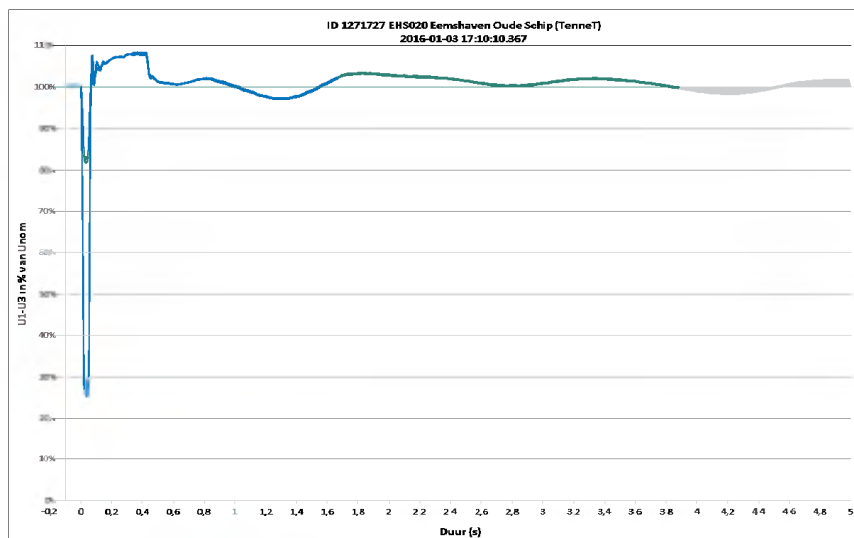


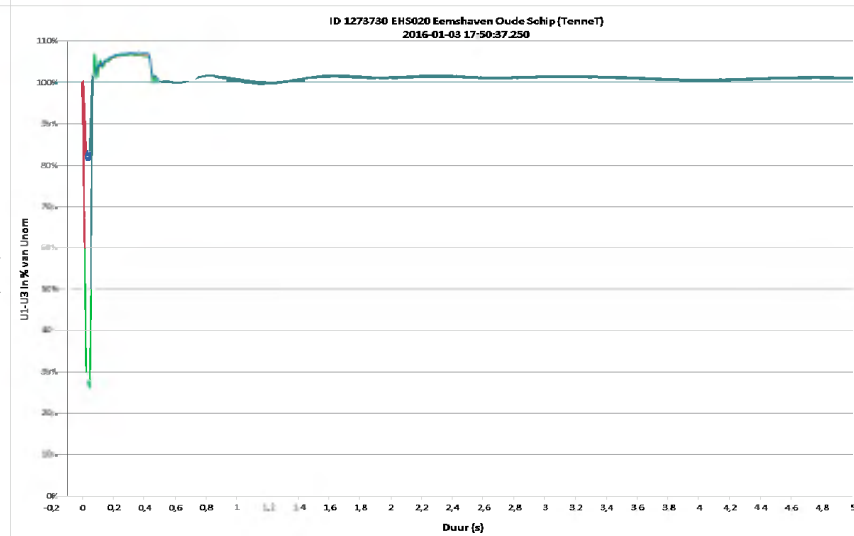
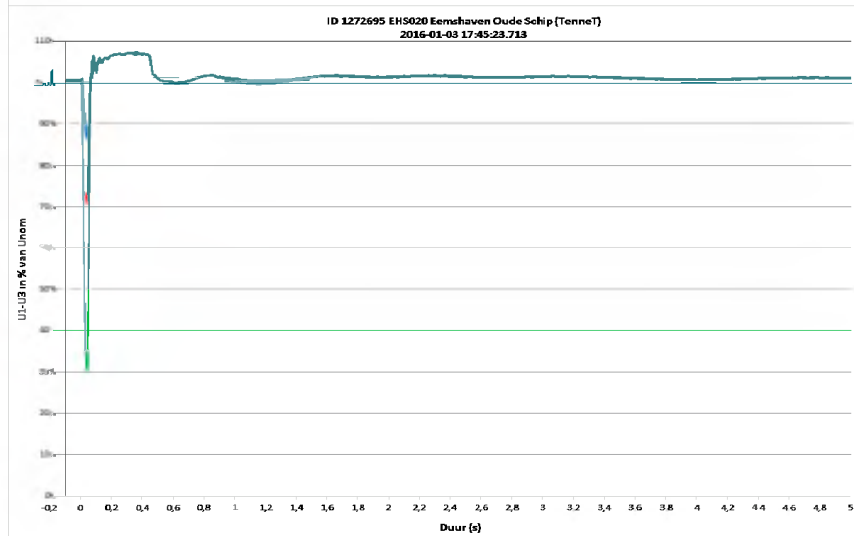
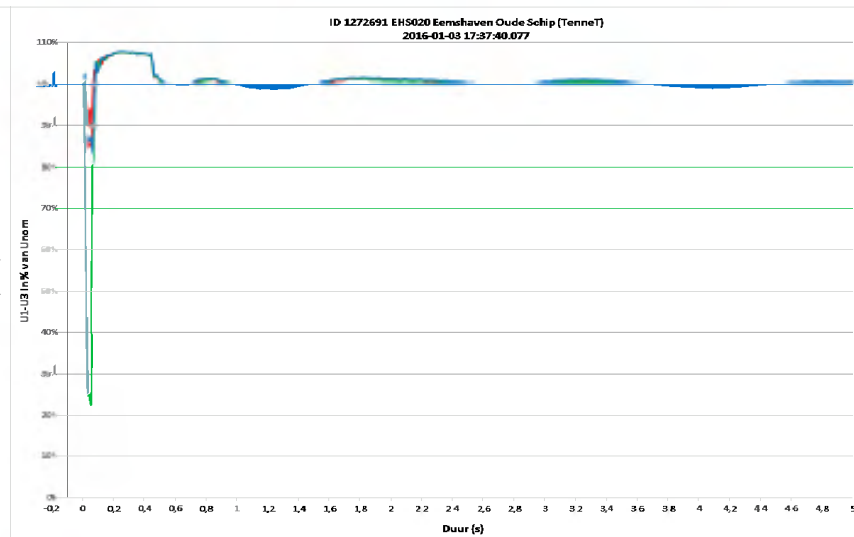
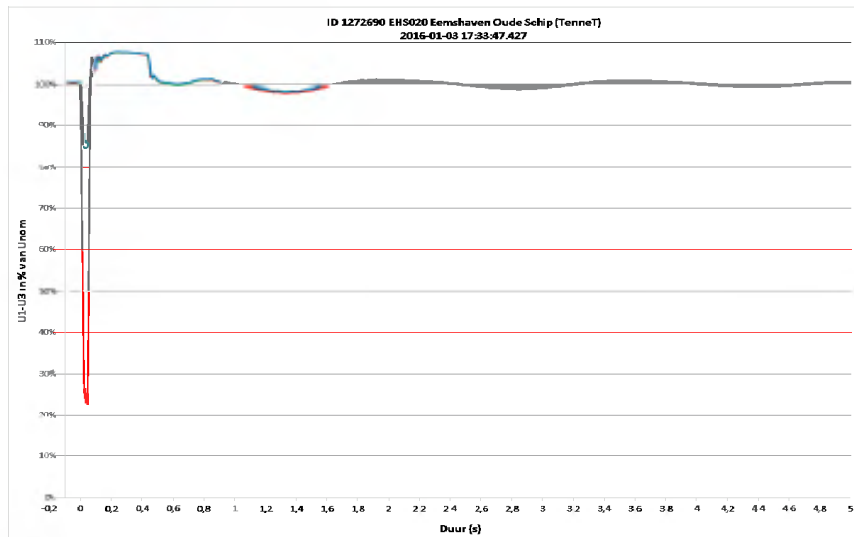
Bijlage H EHS020 Eemshaven Oude Schip

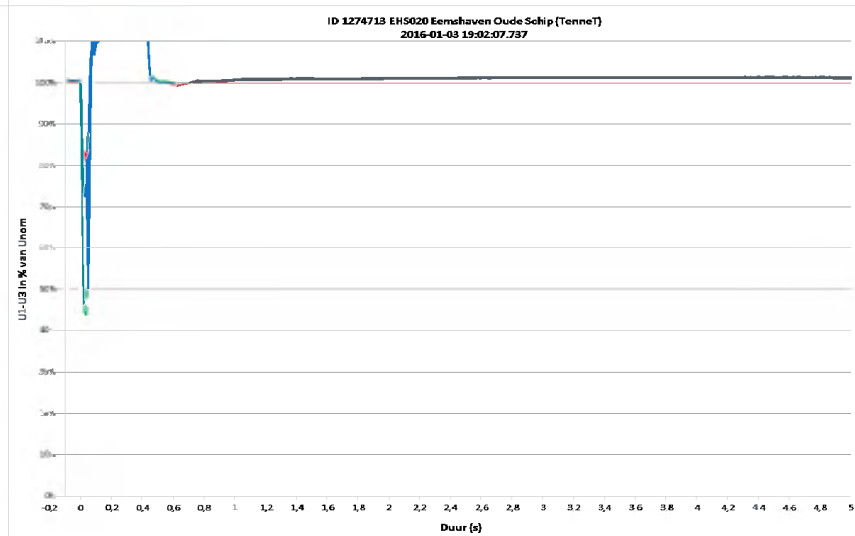
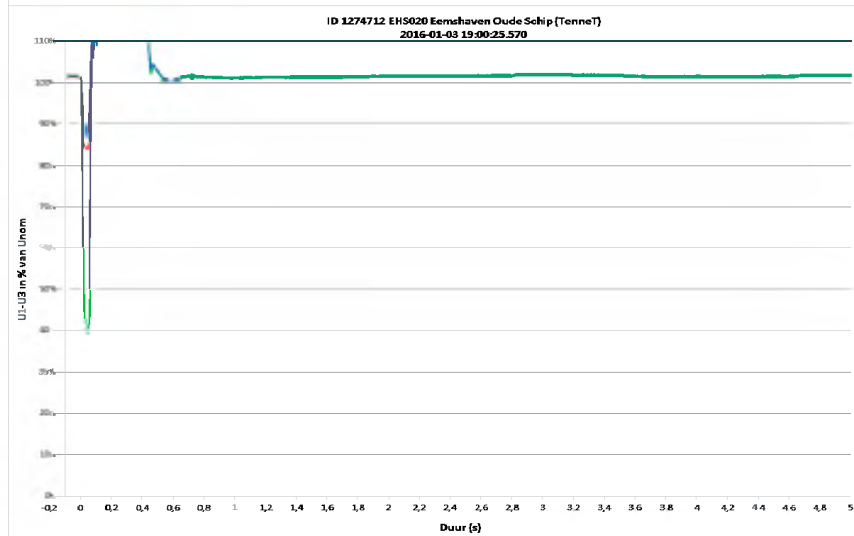
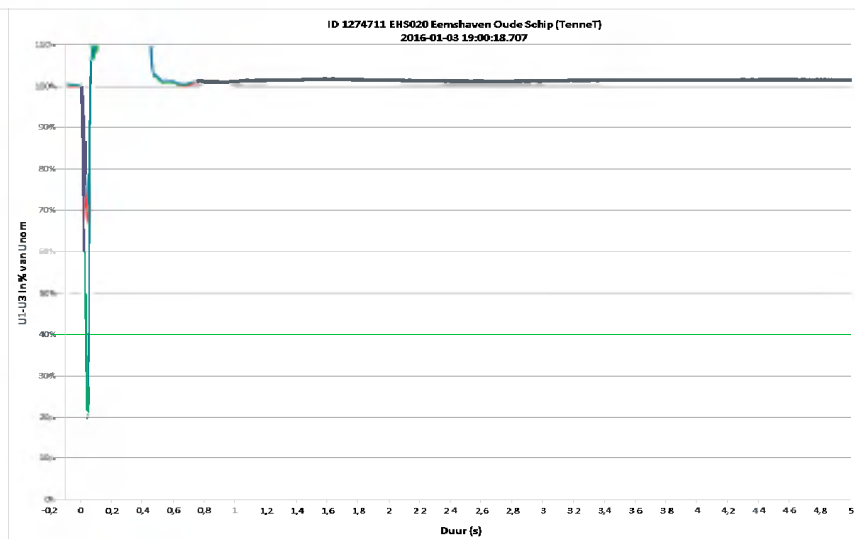
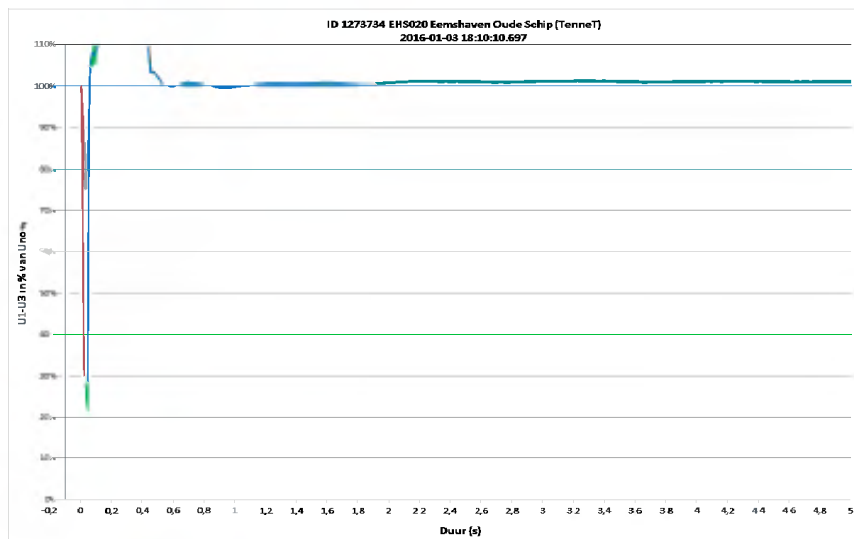
Diptabel*				
Restspanning u [%]	Duur t [ms]			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1 000	1 000 < t ≤ 5 000
90 > u ≥ 80	4	0	1	0
80 > u ≥ 70	2	0	0	0
70 > u ≥ 40	10	10	0	0
40 > u ≥ 5	19	10	0	0
5 > u	0	0	0	0

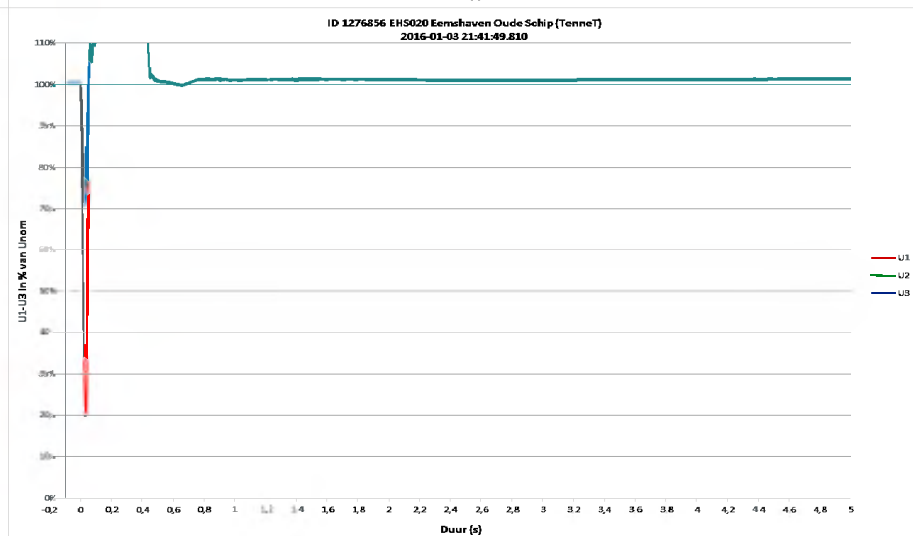
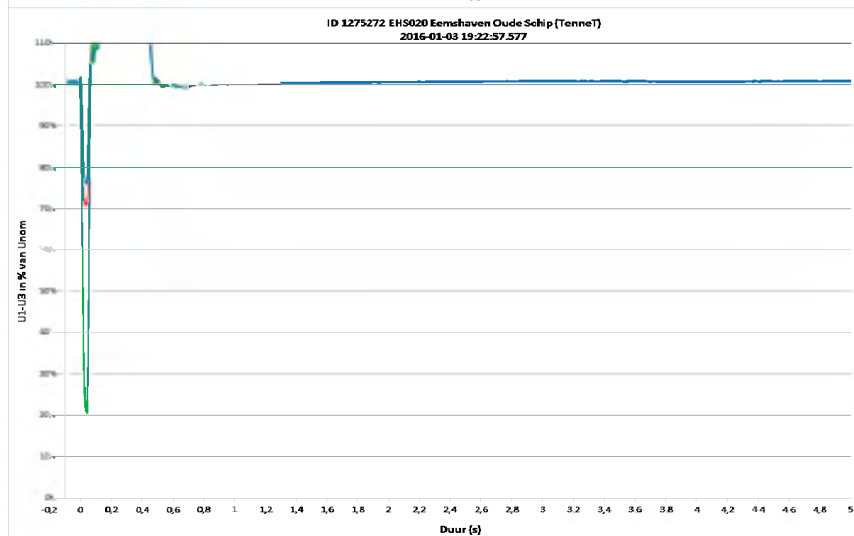
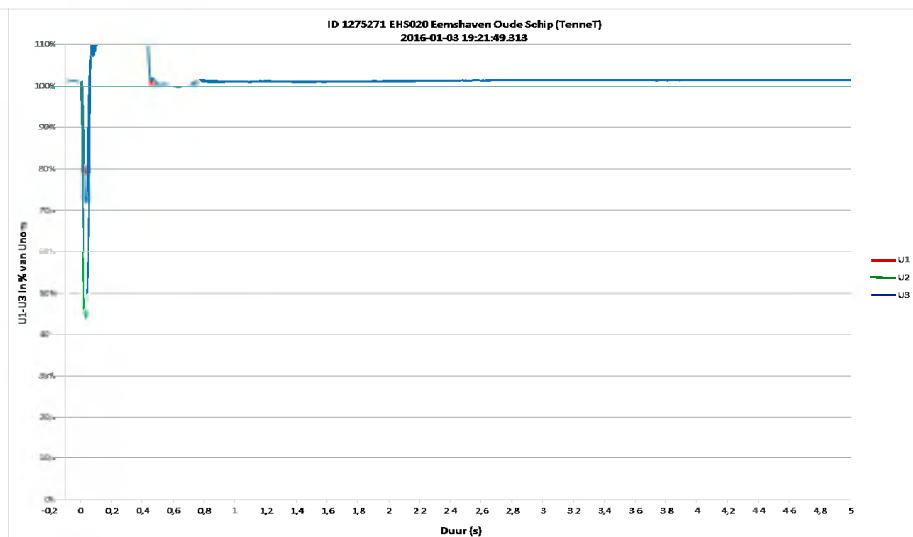
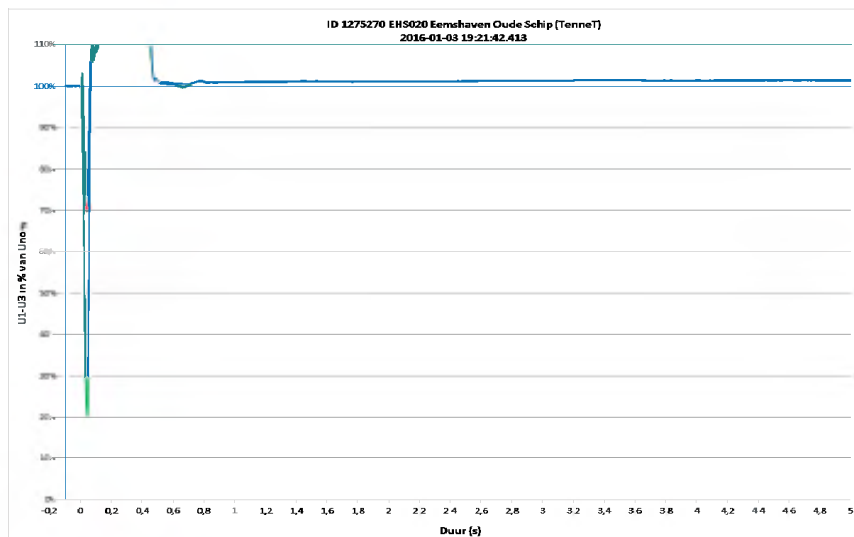
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
03-01-2016 17:10:10	100472,4609	0,16	396698,0313	25,33%
03-01-2016 17:19:08	93973,9375	0,06999999	405623	23,17%
03-01-2016 17:25:35	85278,75	0,06	406188,625	20,99%
03-01-2016 17:32:18	100561,4688	0,06	406345,4375	24,75%
03-01-2016 17:33:47	93590,80469	0,06999999	406577,0938	23,02%
03-01-2016 17:37:40	93050,82031	0,06999999	406644,7813	22,88%
03-01-2016 17:45:24	120805,3672	0,06	407044,4375	29,68%
03-01-2016 17:50:37	107210,0859	0,06999999	407478,9688	26,31%
03-01-2016 18:10:11	90041,125	0,40999997	406657,0625	22,14%
03-01-2016 19:00:19	76228,35938	0,42999998	385969,625	19,75%
03-01-2016 19:00:26	151551,9219	0,42999998	386510,9063	39,21%
03-01-2016 19:02:08	171649,25	0,41999999	392640,25	43,72%
03-01-2016 19:21:42	77890,21094	0,43999997	392251,5313	19,86%
03-01-2016 19:21:49	173160,1094	0,41999999	392726,75	44,09%
03-01-2016 19:22:58	81810,61719	0,43999997	396146,875	20,65%
03-01-2016 21:41:50	80438,73438	0,42999998	397579,9375	20,23%
03-01-2016 22:34:09	199571,6094	0,42999998	384050,3438	51,96%
03-01-2016 22:35:03	183107,4375	0,42999998	385178,1563	47,54%
04-01-2016 2:11:06	247513,9219	0,42999998	387449,1563	63,88%

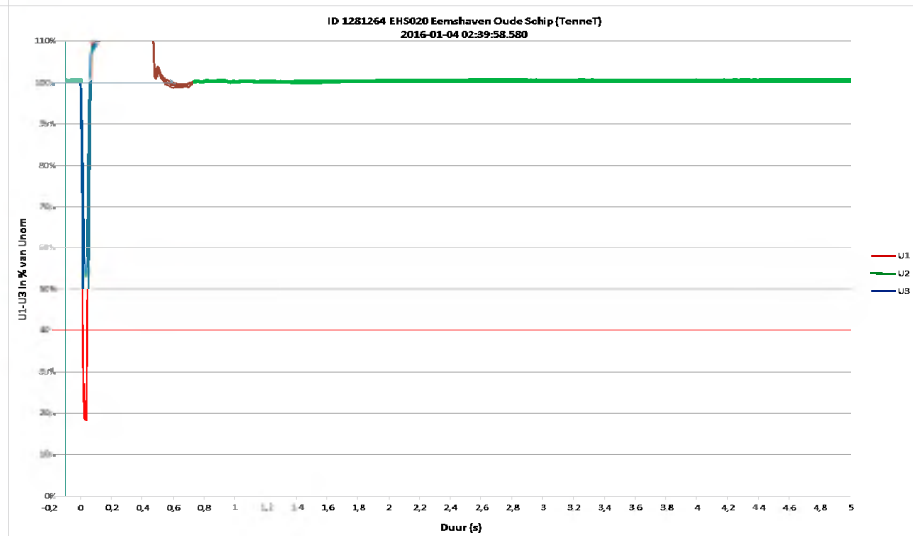
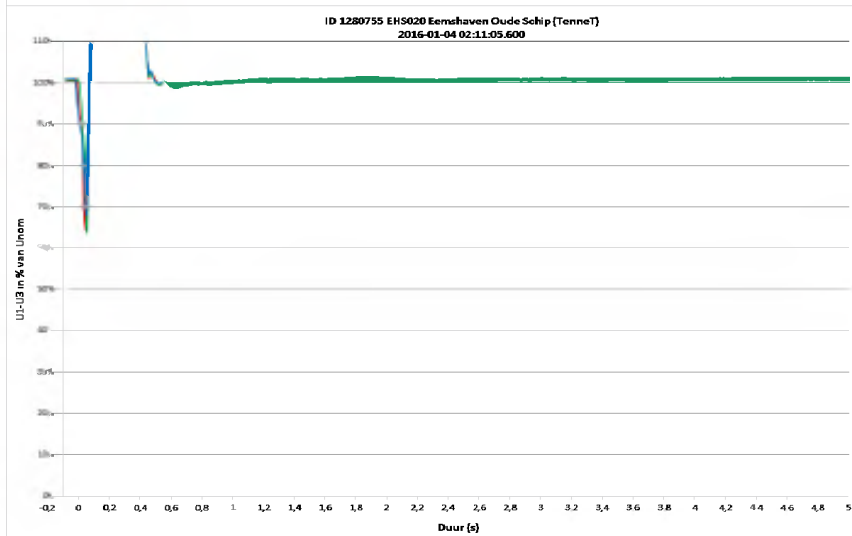
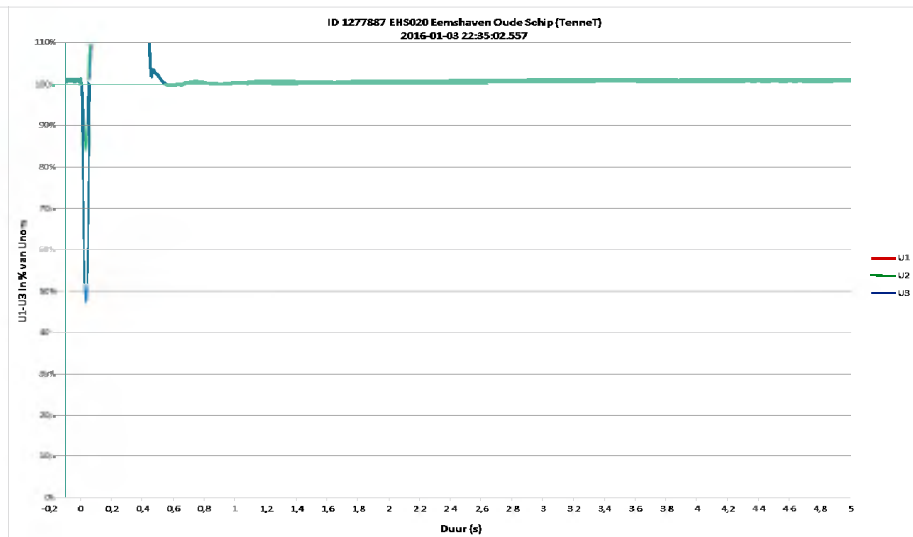
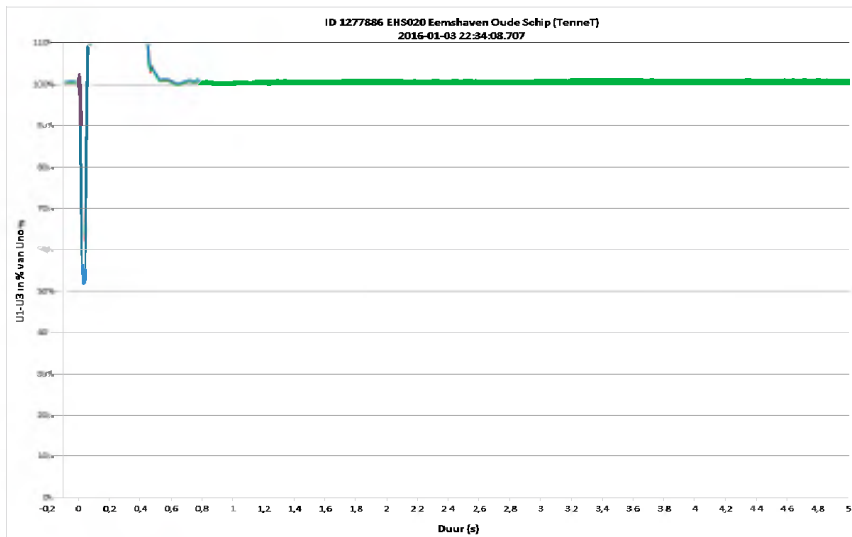
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
04-01-2016 2:39:59	72470,90625	0,45999998	392047,6563	18,49%
04-01-2016 4:04:58	102093,1094	0,43999997	394332,5625	25,89%
04-01-2016 4:18:40	89738,69531	0,42999998	393786,625	22,79%
04-01-2016 4:32:15	174841,3281	0,42999998	395661,3125	44,19%
04-01-2016 4:34:54	96066,10938	0,41999999	399732,3438	24,03%
04-01-2016 4:48:09	170468,8594	0,41999999	397401,3438	42,90%
04-01-2016 4:48:16	193783,4375	0,42999998	397549,1563	48,74%
04-01-2016 4:57:41	200035,8125	0,42999998	399720,4063	50,04%
04-01-2016 4:57:48	206095,9688	0,41999999	399685,3125	51,56%
04-01-2016 17:02:40	52928,11719	0,06999999	407187,375	13,00%
04-01-2016 18:15:53	131973,9844	0,06	408005,6563	32,35%
04-01-2016 18:15:59	133778,1719	0,06999999	408006,375	32,79%
04-01-2016 22:12:34	150123,0781	0,06999999	404299,4688	37,13%
04-01-2016 22:12:41	150389,4219	0,06999999	404315,625	37,20%
04-01-2016 22:54:23	150020,9375	0,06999999	403286,8125	37,20%
05-01-2016 0:01:07	54061,34766	0,06	405020,875	13,35%
05-01-2016 0:14:08	145942,5156	0,06999999	406000,75	35,95%
05-01-2016 1:44:17	64275,76563	0,06	400635,625	16,04%
05-01-2016 19:26:07	125126,8828	0,06999999	397135,375	31,51%
07-01-2016 9:46:12	112397,4922	0,06999999	399963,0938	28,10%

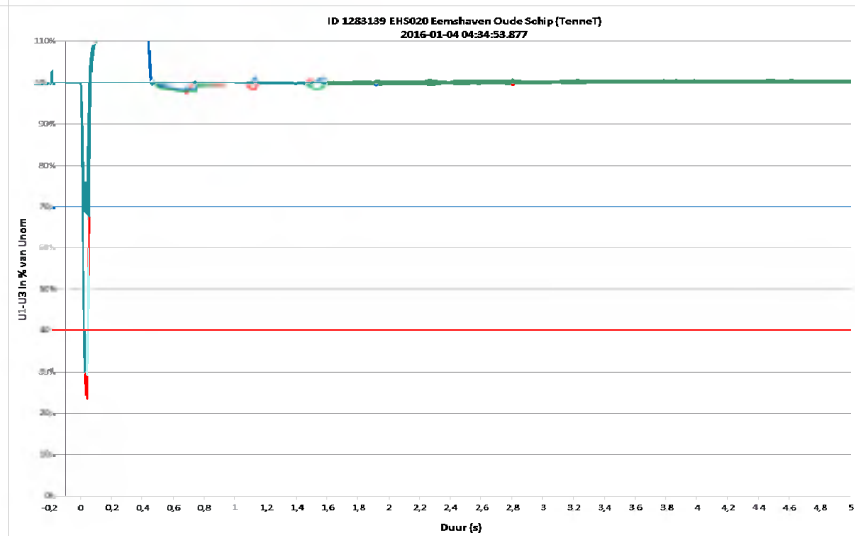
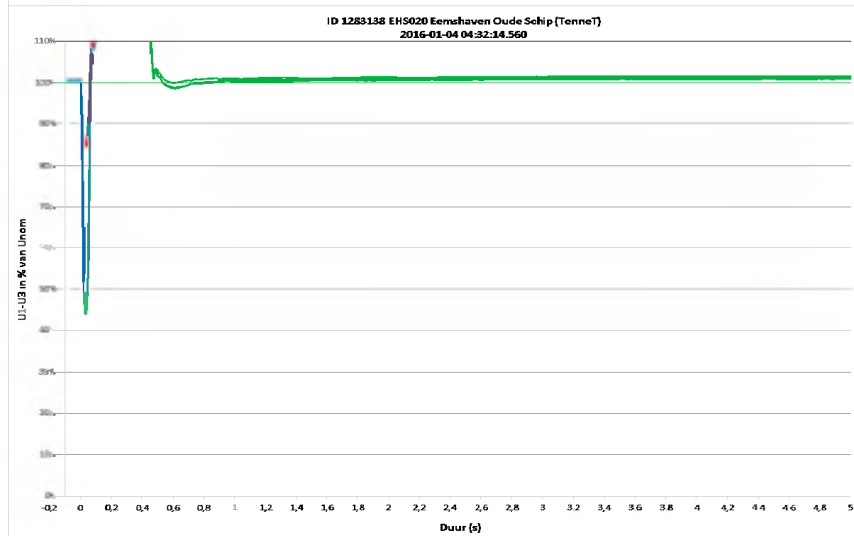
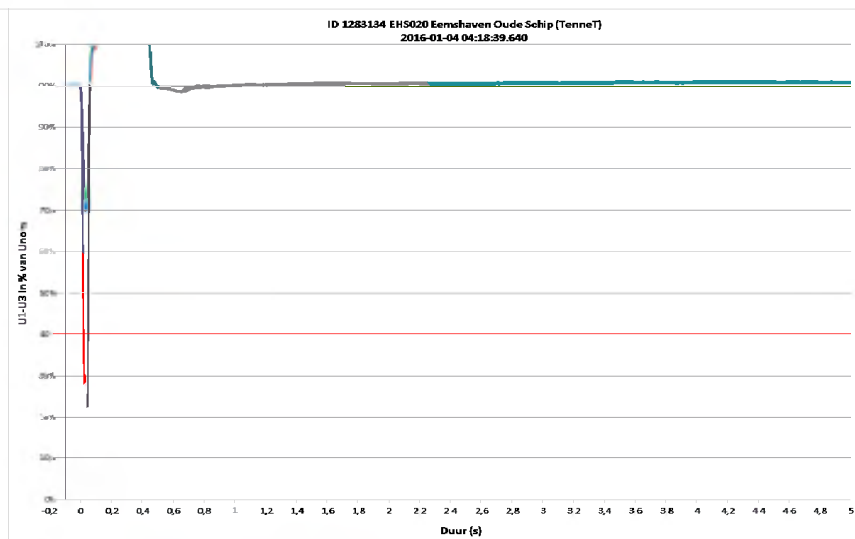
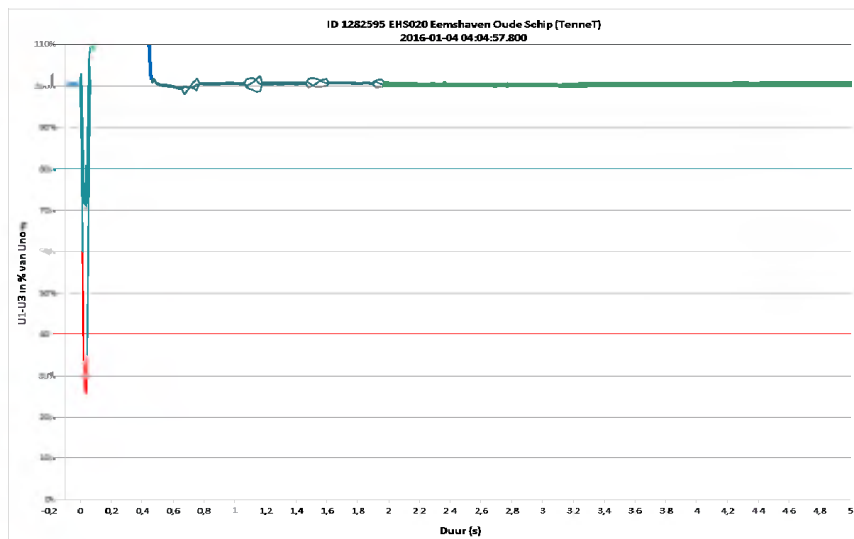


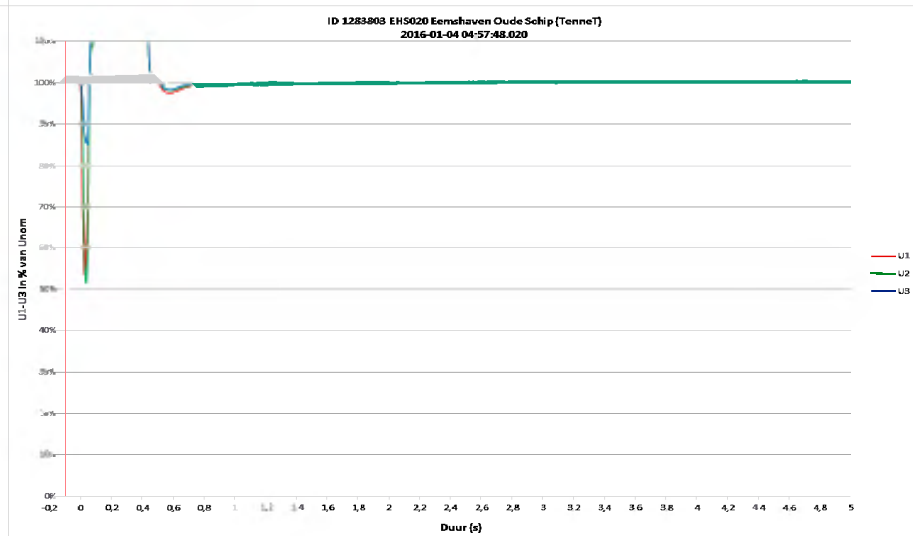
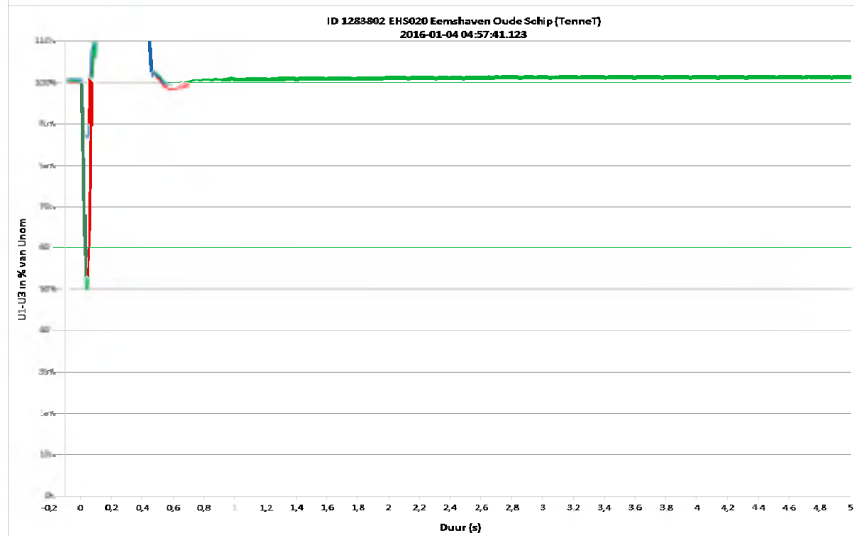
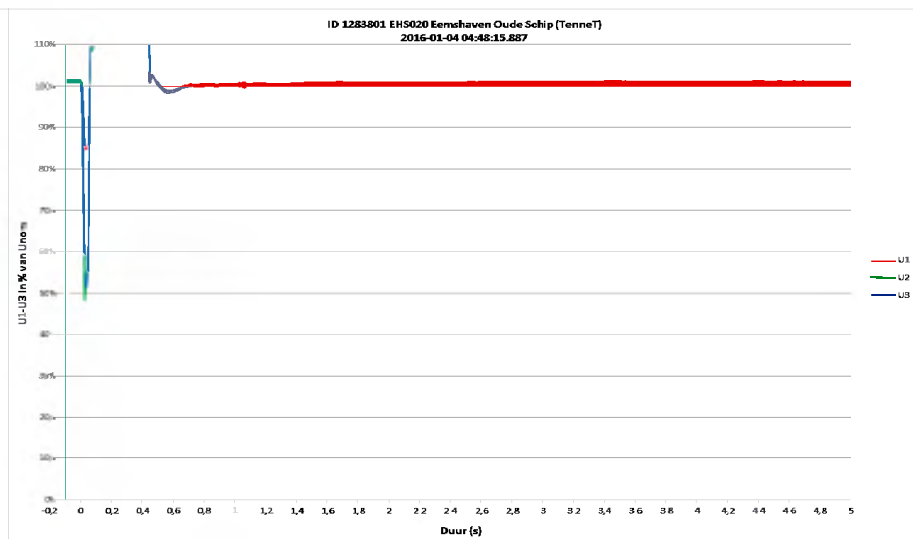
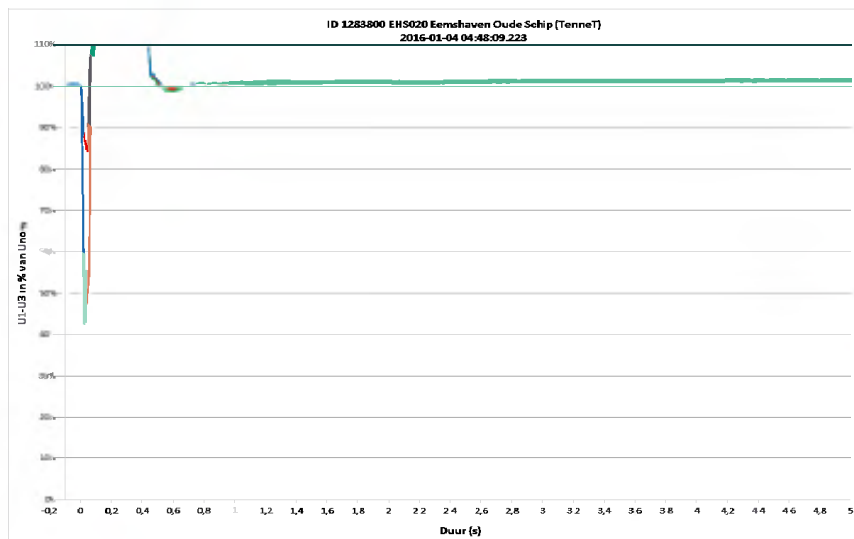


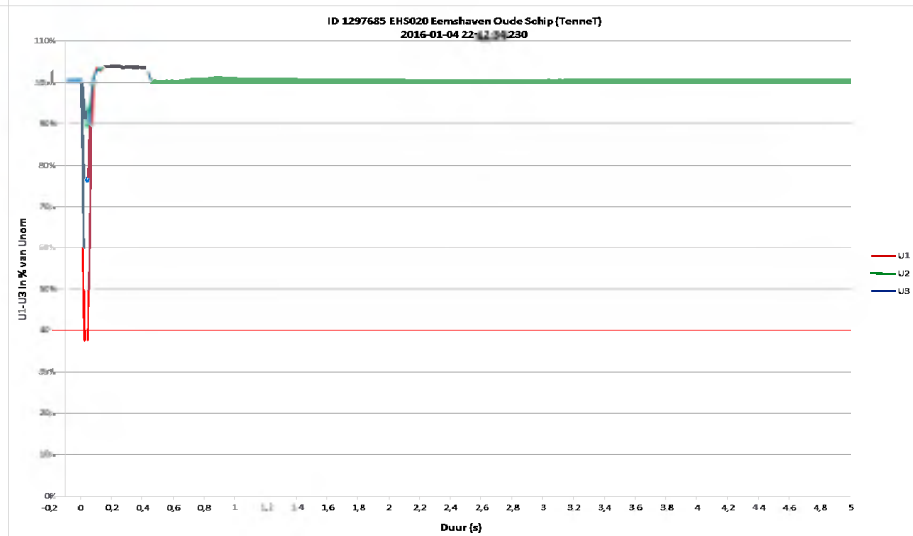
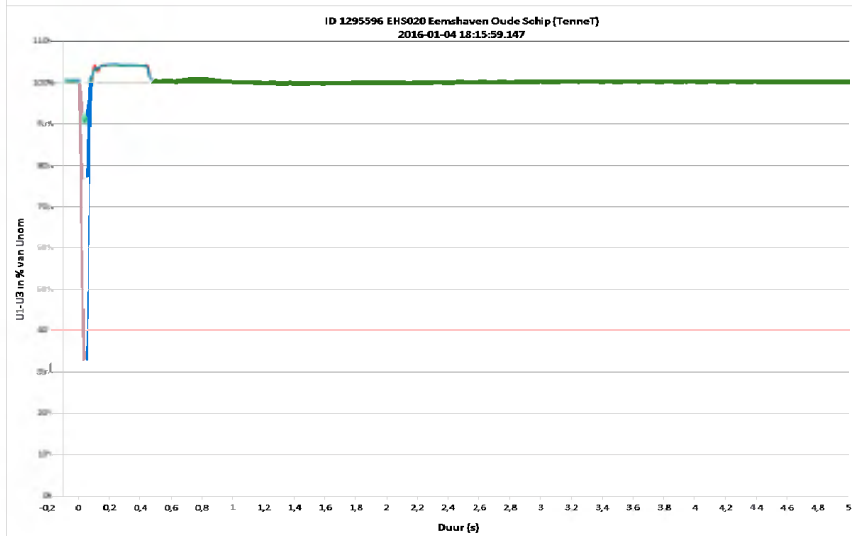
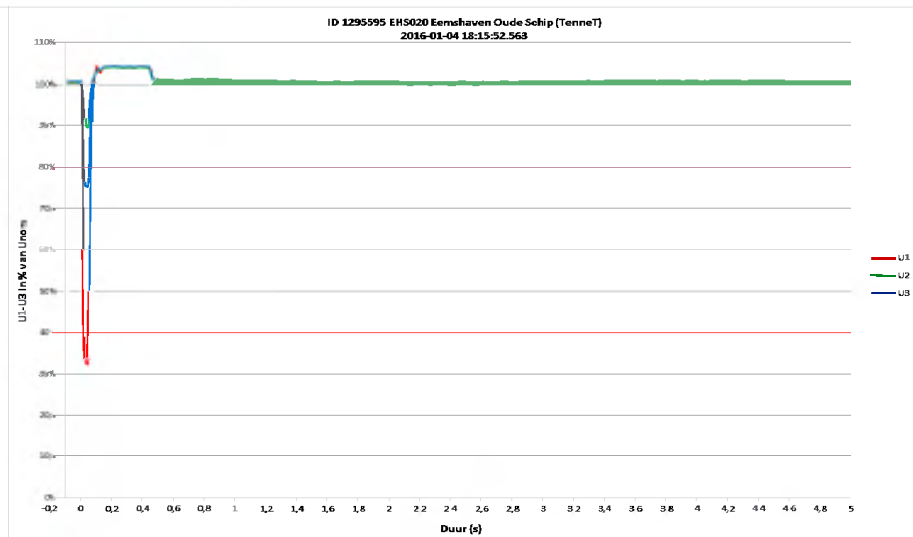
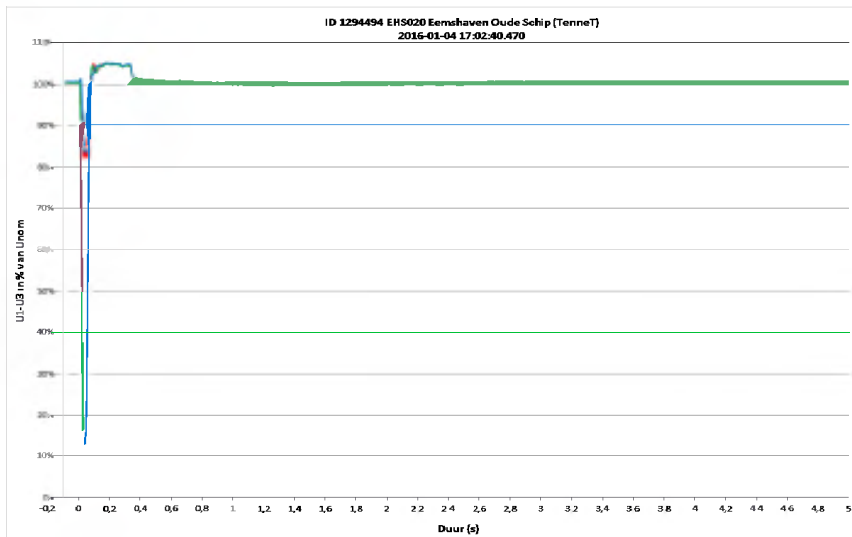


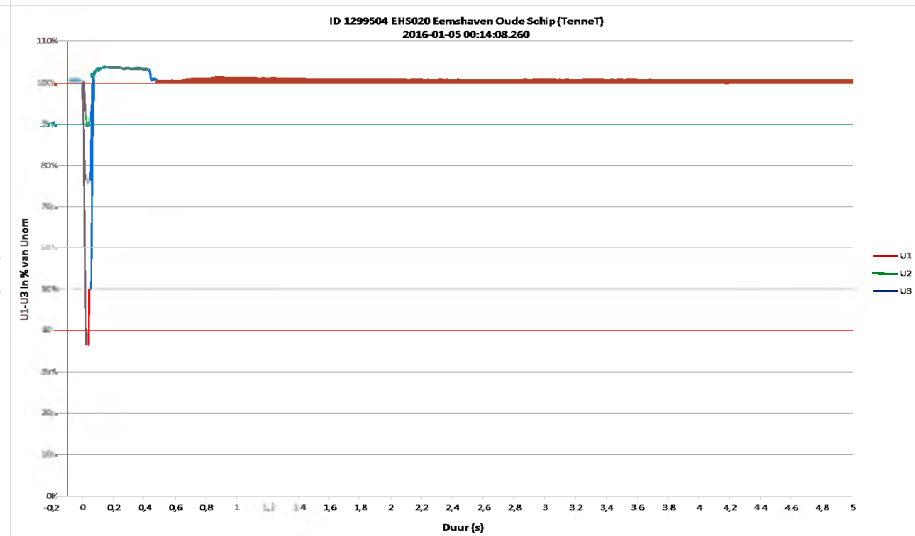
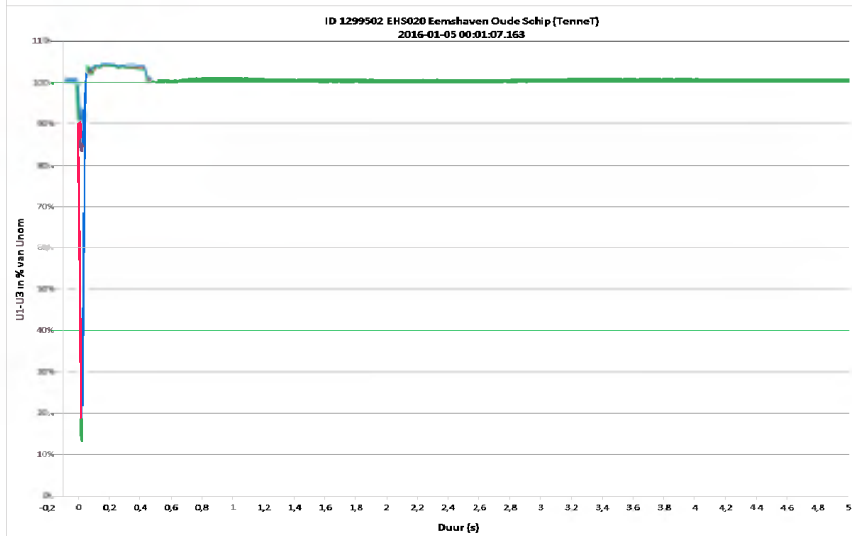
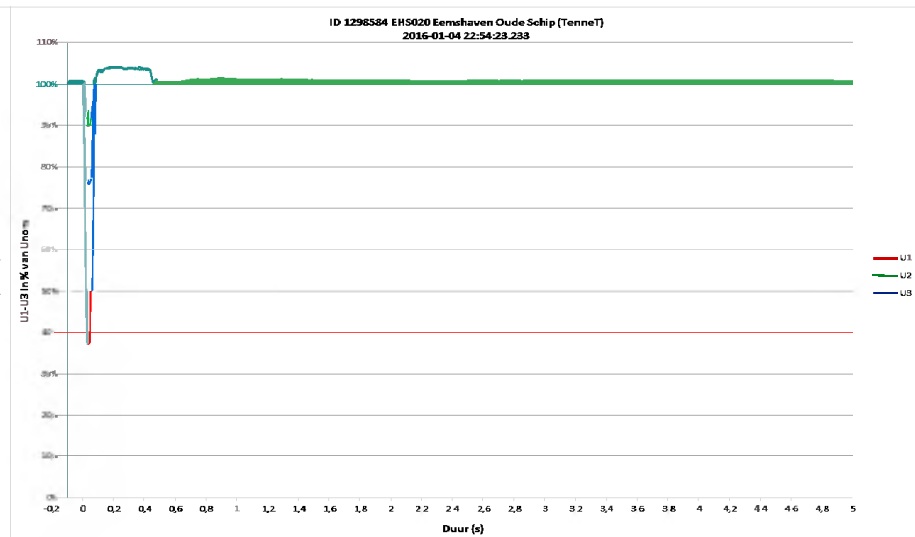
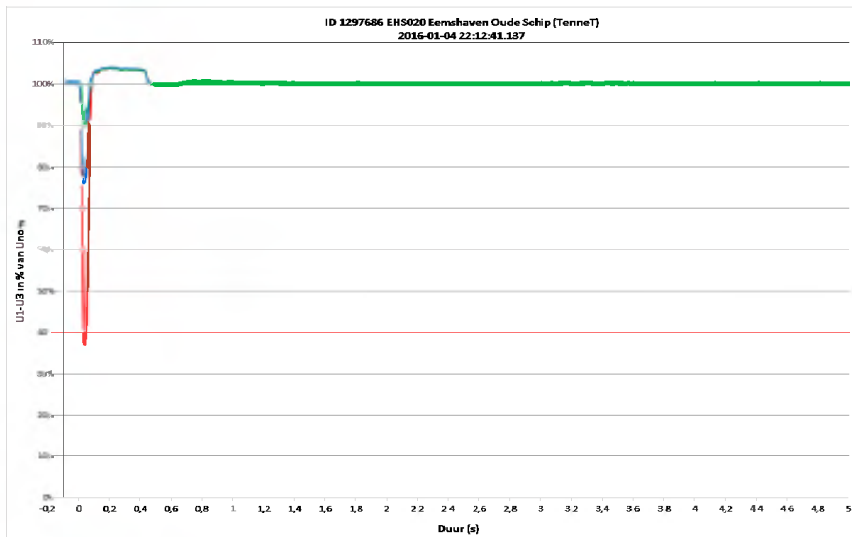


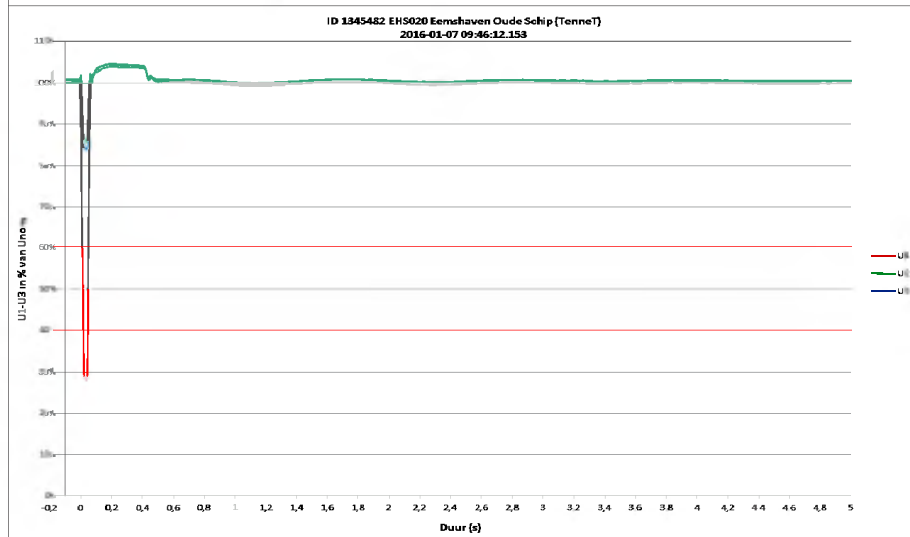
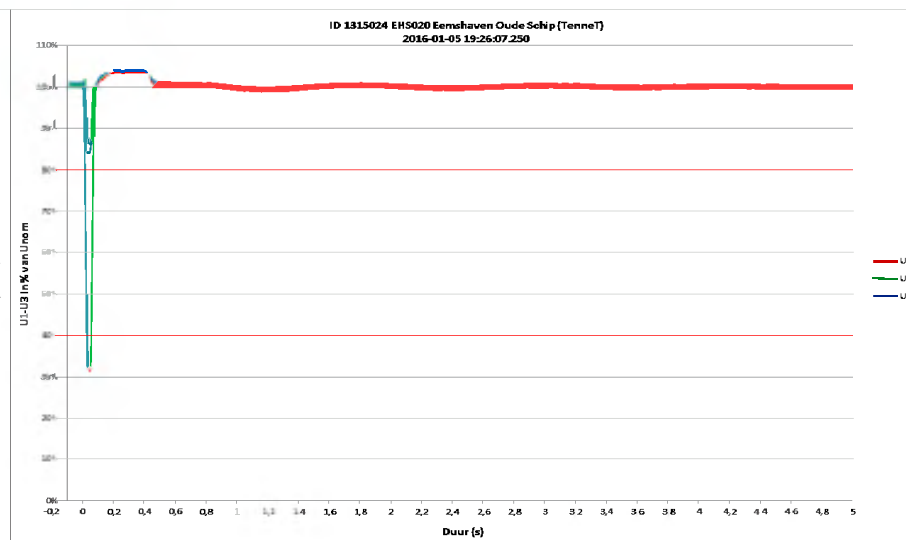
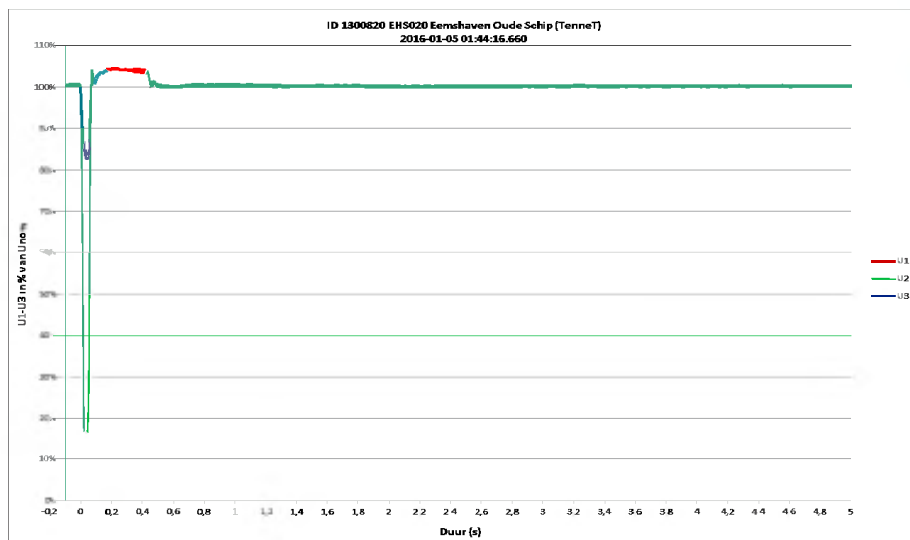










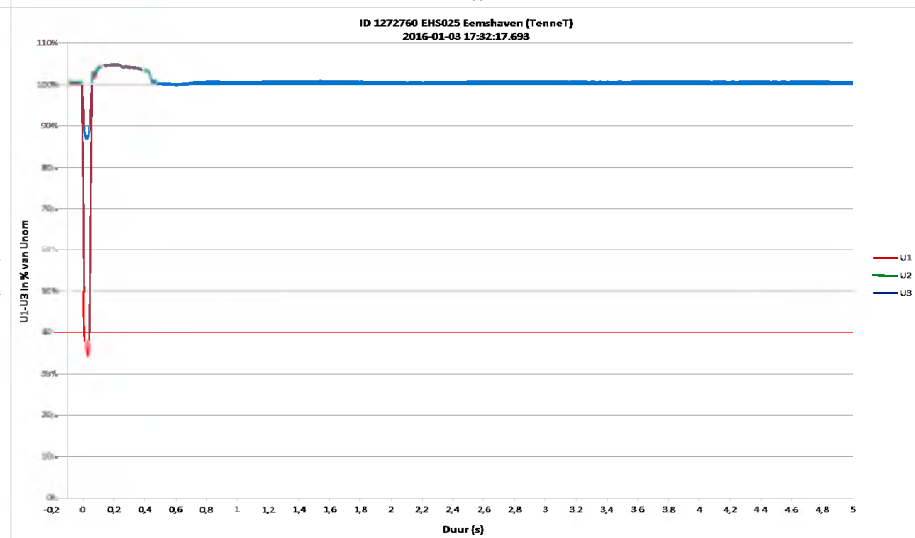
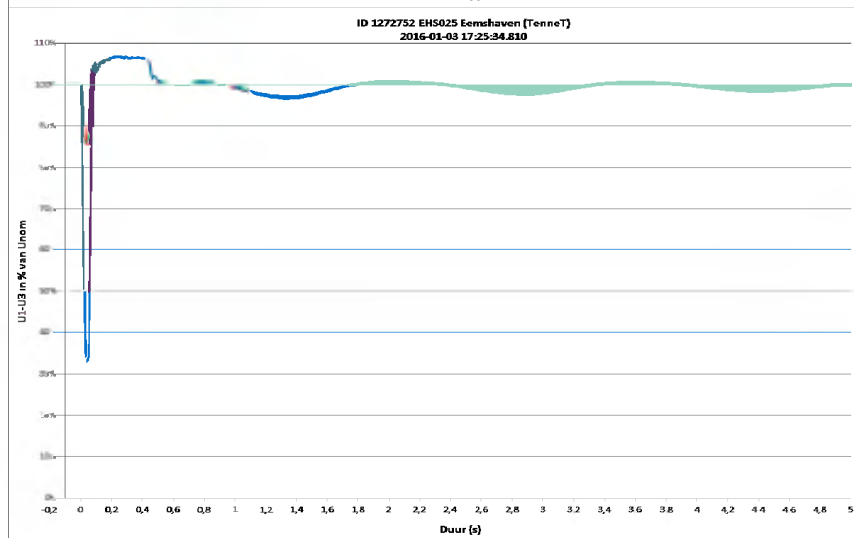
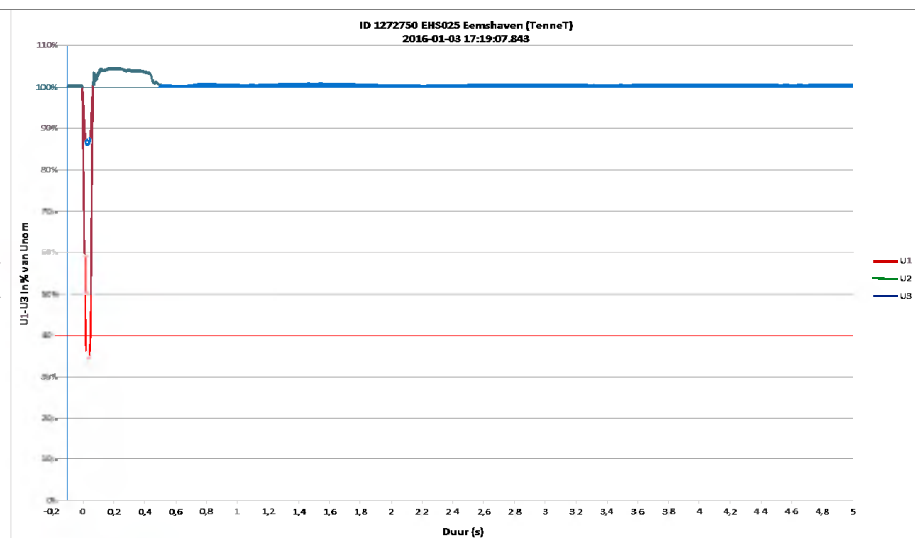
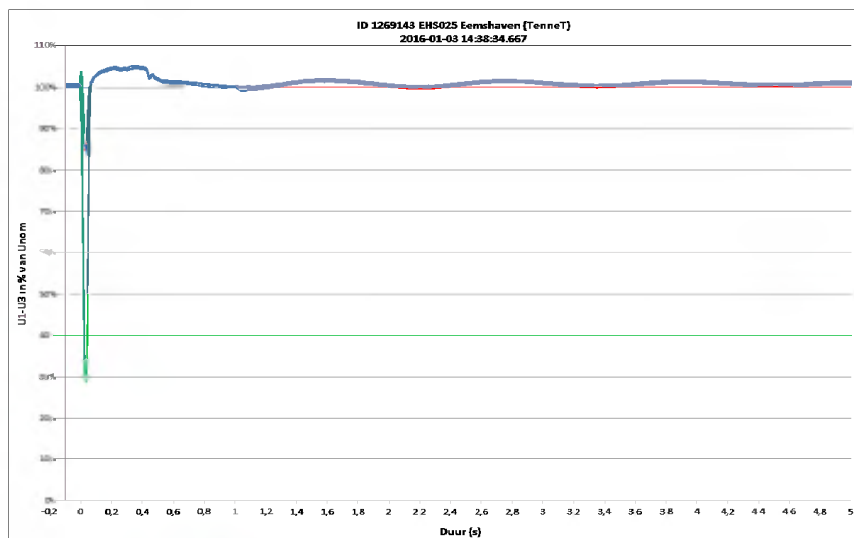


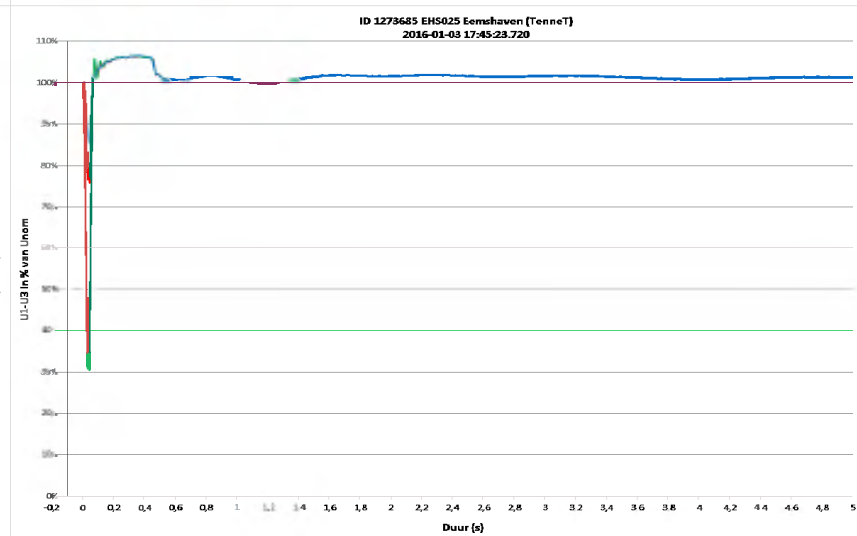
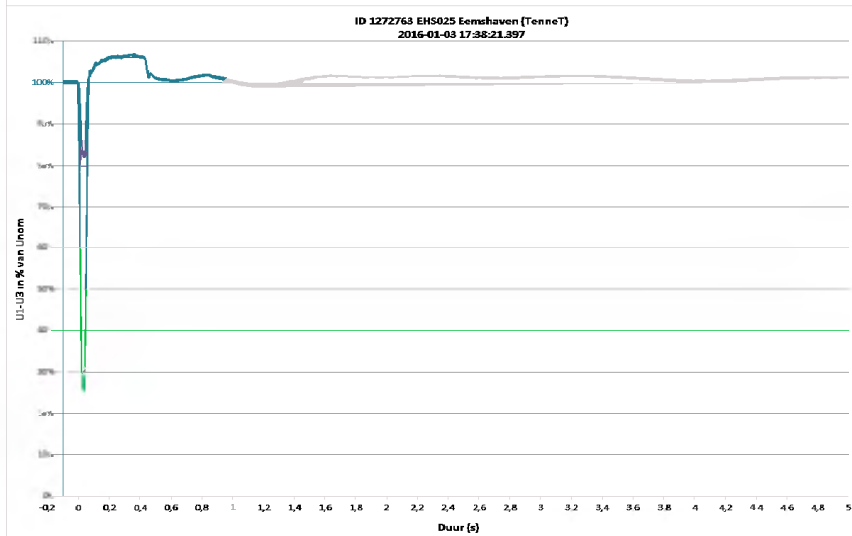
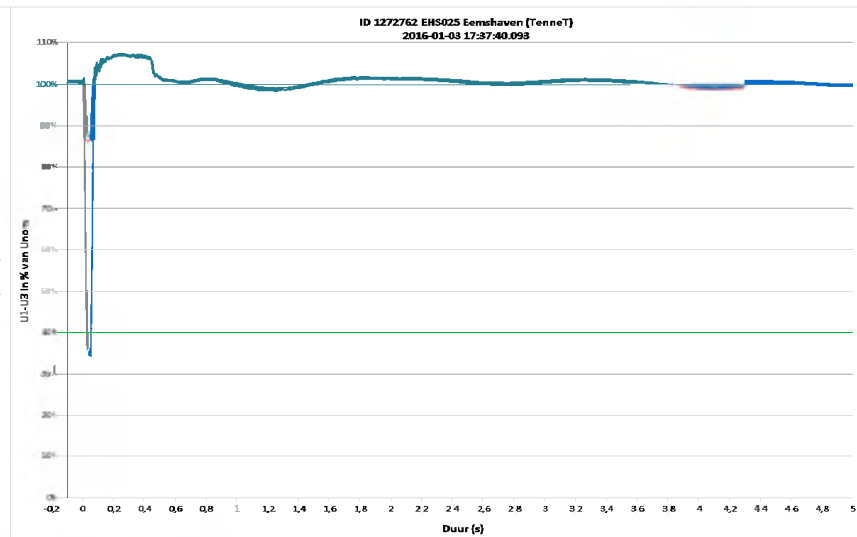
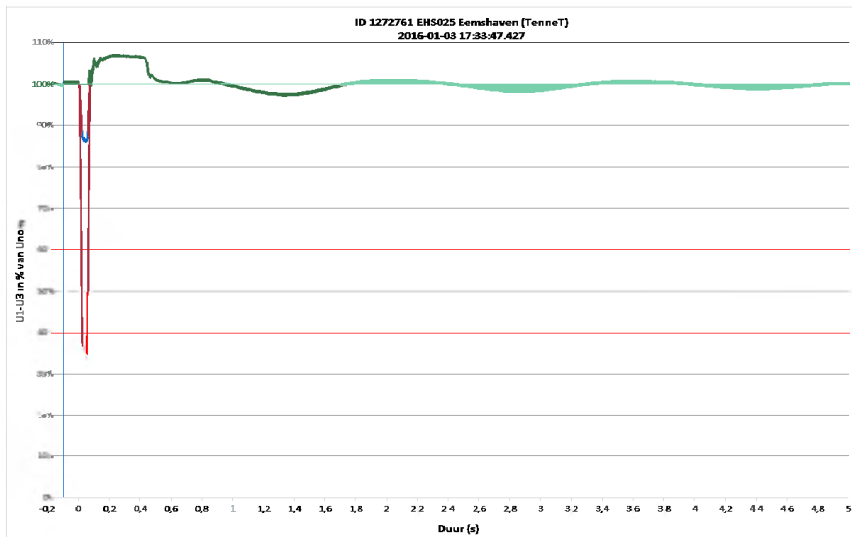
Bijlage I EHS025 Eemshaven

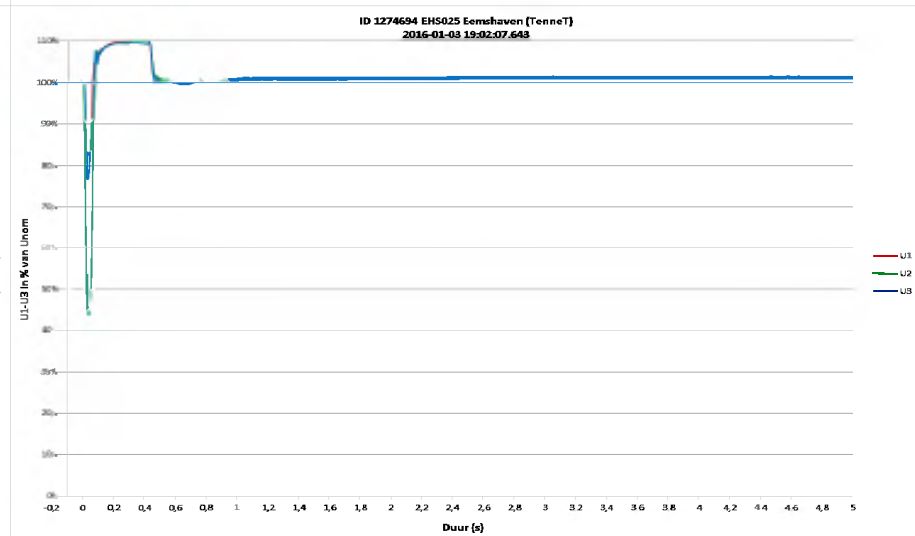
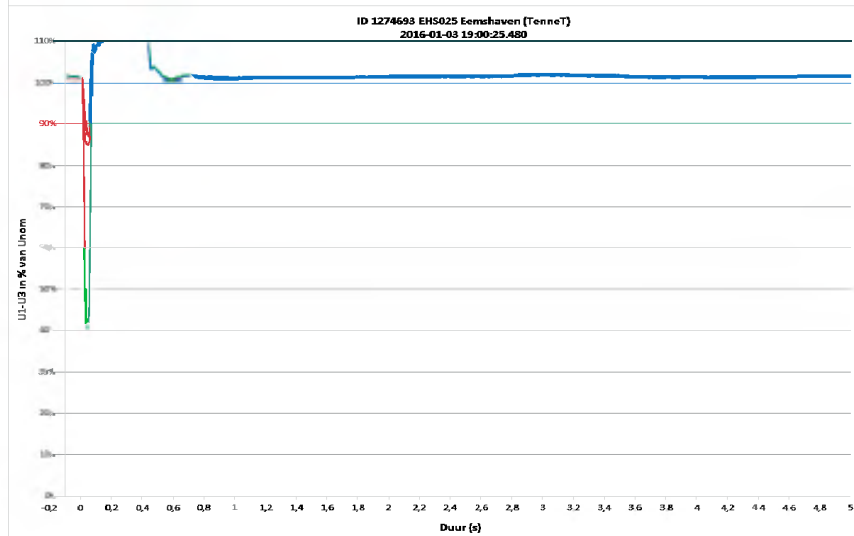
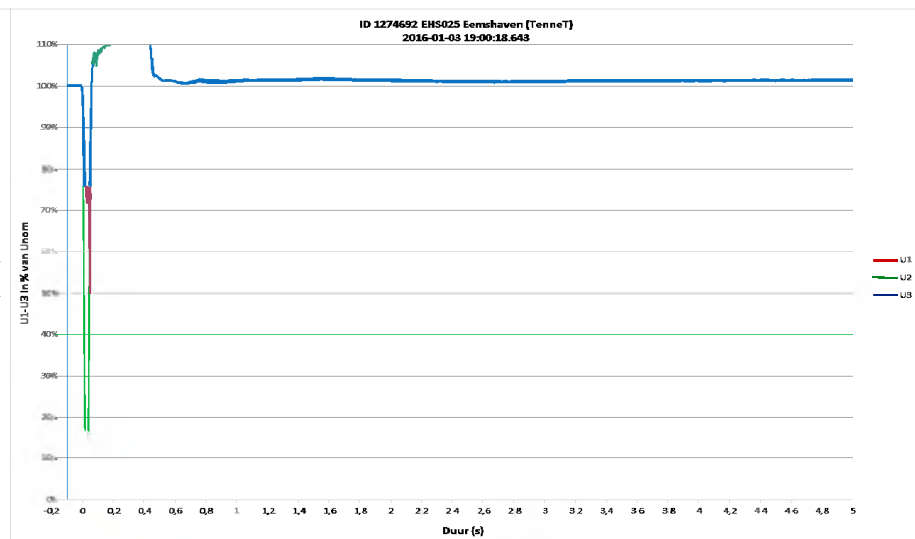
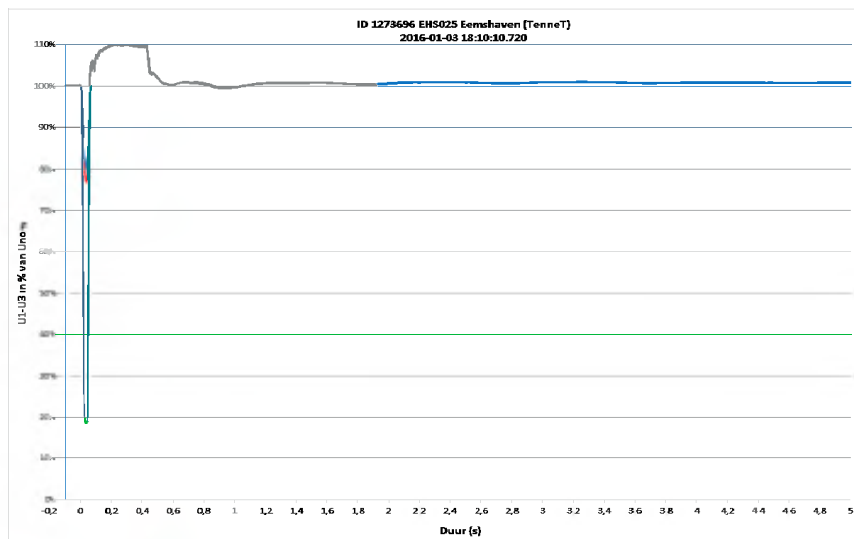
Diptabel*				
Restspanning u [%]	Duur t [ms]			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 5\,000$
$90 > u \geq 80$	7	0	0	1
$80 > u \geq 70$	1	1	0	0
$70 > u \geq 40$	13	10	0	0
$40 > u \geq 5$	17	9	0	0
$5 > u$	0	0	0	0

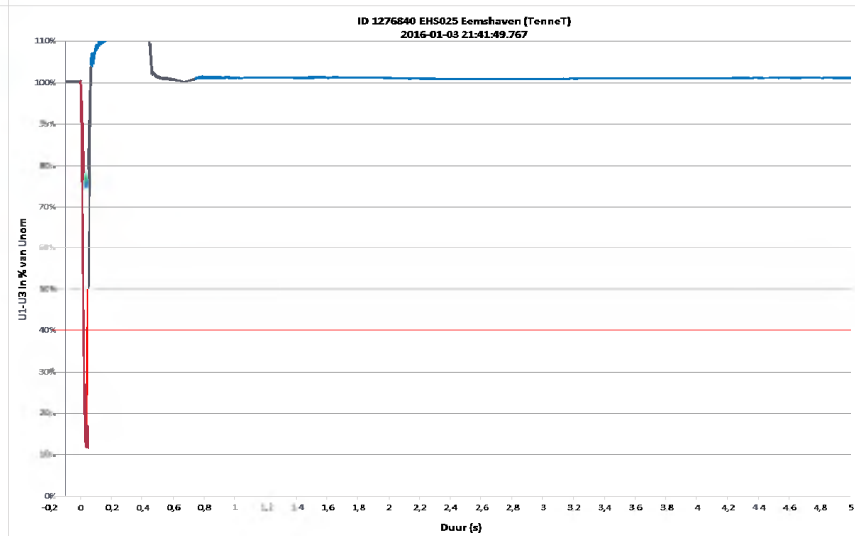
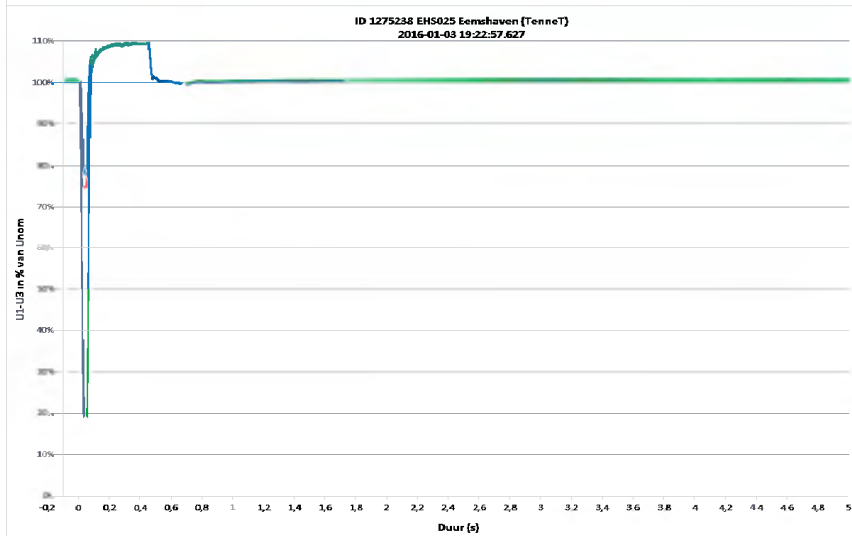
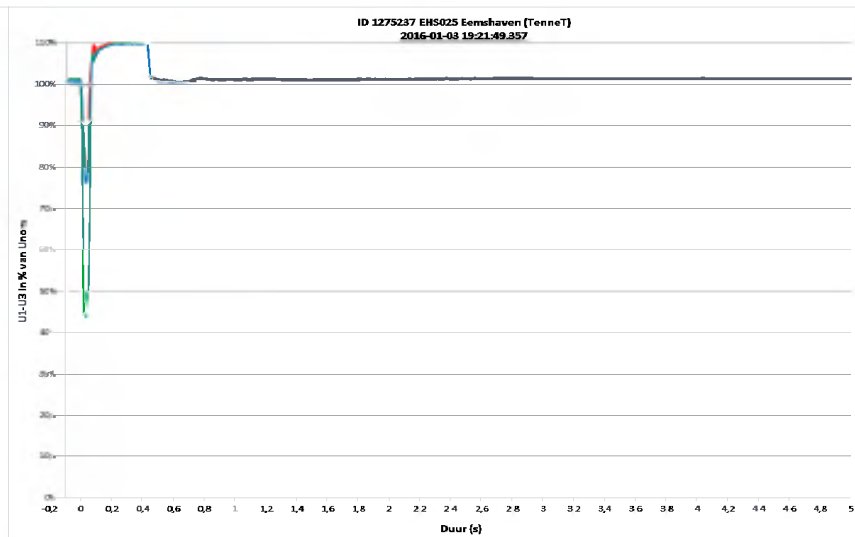
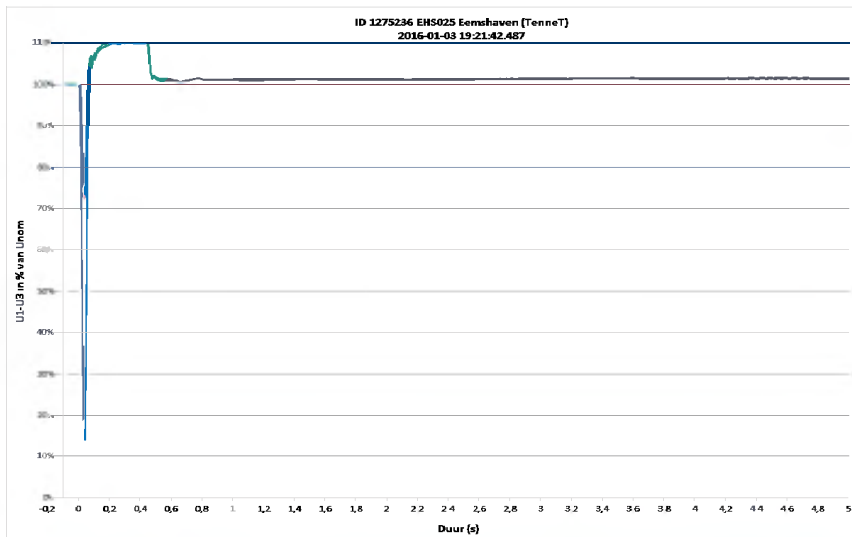
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
03-01-2016 14:38:35	59257,04688	0,05	204251,25	29,01%
03-01-2016 17:19:08	72353,125	0,06	210400,8281	34,39%
03-01-2016 17:25:35	69250,50781	0,06999999	210682,5469	32,87%
03-01-2016 17:32:18	72477,5	0,06	210713,9375	34,40%
03-01-2016 17:33:47	72025,51563	0,06	210908,6563	34,15%
03-01-2016 17:37:40	72190,30469	0,06999999	210715,1406	34,26%
03-01-2016 17:38:21	53745,03516	0,06999999	210475,7188	25,54%
03-01-2016 17:45:24	64254,61328	0,06	210224,5938	30,56%
03-01-2016 18:10:11	39635,77344	0,36999997	211355,0938	18,75%
03-01-2016 19:00:19	31679,89258	0,40999997	202688,4219	15,63%
03-01-2016 19:00:25	82272,73438	0,41999999	202956,5781	40,54%
03-01-2016 19:02:08	90333,11719	0,37999997	205921,9375	43,87%
03-01-2016 19:21:42	29402,66406	0,38999999	205770,4844	14,29%
03-01-2016 19:21:49	90209,88281	0,39999998	206036,875	43,78%
03-01-2016 19:22:58	38035,09375	0,38999999	207770	18,31%
03-01-2016 21:41:50	24524,26953	0,39999998	208381,5938	11,77%
03-01-2016 22:34:09	111561,4453	0,42999998	200243,1563	55,71%
03-01-2016 22:35:03	104735,5	0,43999997	200784,0156	52,16%
04-01-2016 2:39:59	34084,8125	0,41999999	204061,0156	16,70%

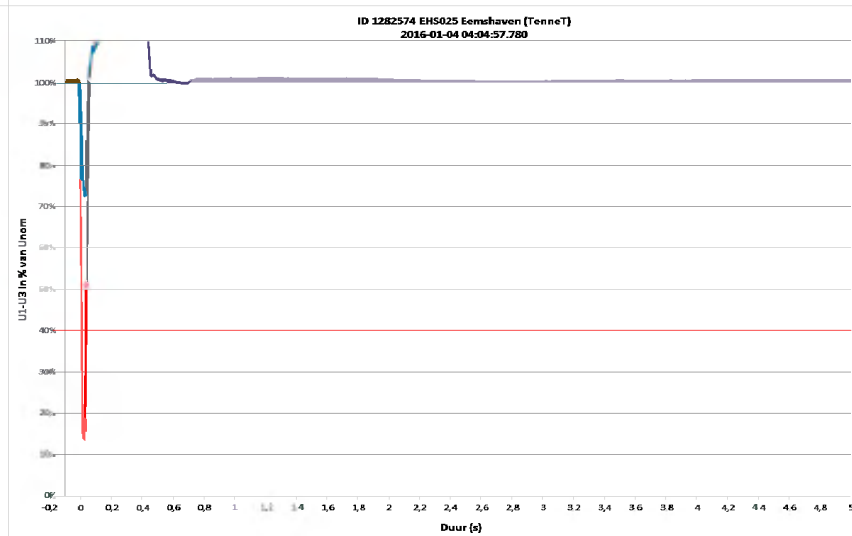
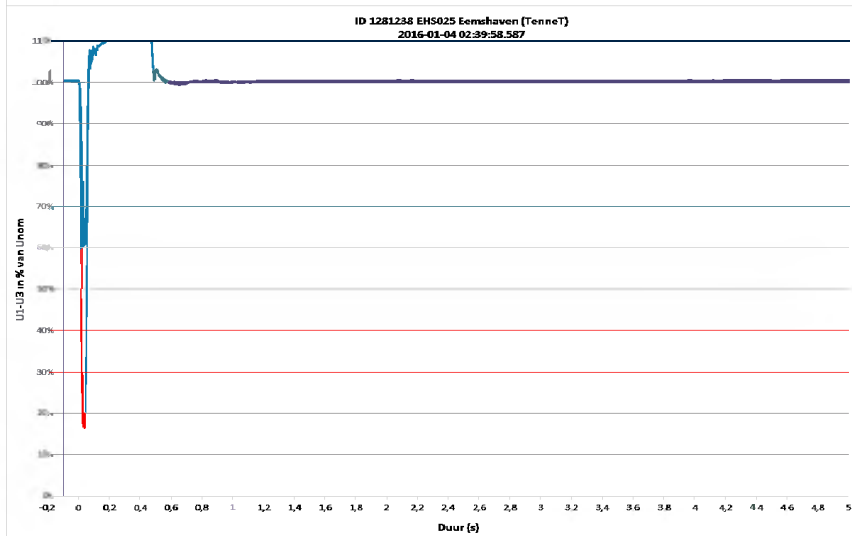
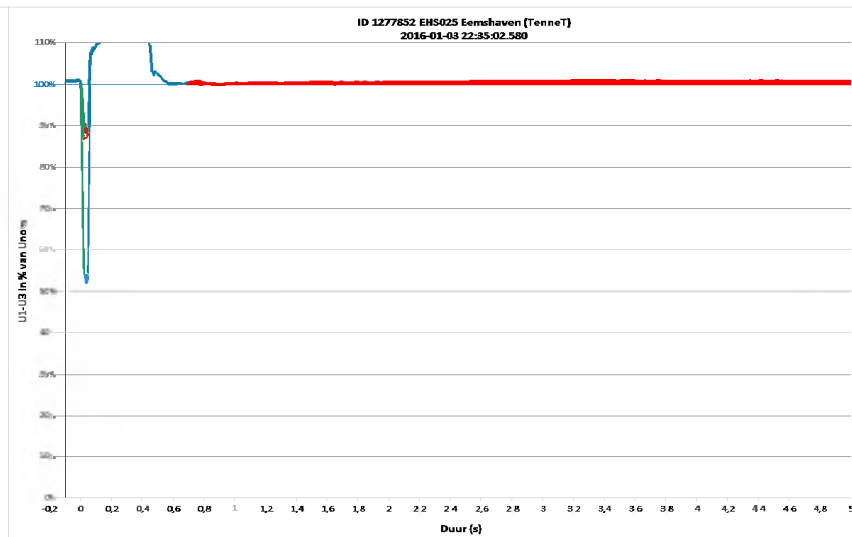
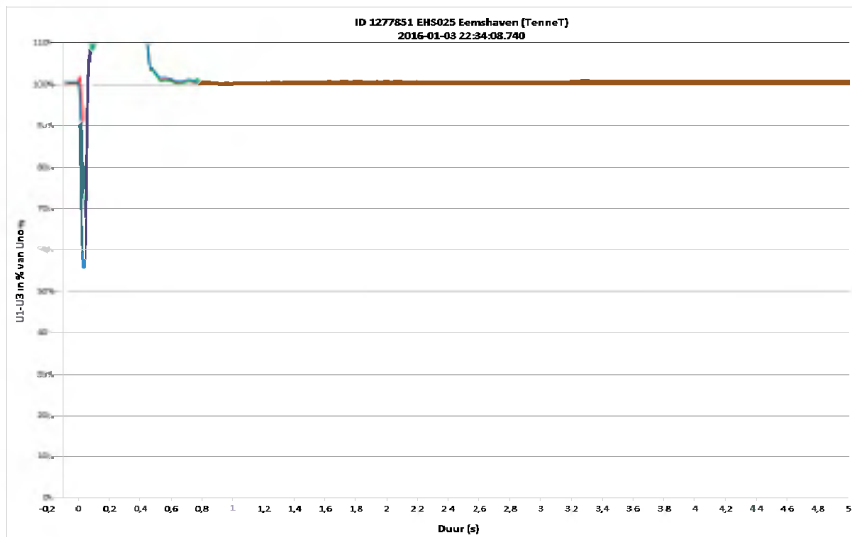
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
04-01-2016 4:04:58	27531,20703	0,43999997	205080,5938	13,42%
04-01-2016 4:18:40	26625,42188	0,40999997	204803,6719	13,00%
04-01-2016 4:32:15	98715,46875	0,41999999	205713,2344	47,99%
04-01-2016 4:34:54	25939,80469	0,39999998	207717,1719	12,49%
04-01-2016 4:48:09	95966,21875	0,40999997	206489,6719	46,48%
04-01-2016 4:48:16	102714,7578	0,41999999	206574,5156	49,72%
04-01-2016 4:57:41	107780,0625	0,41999999	207585,125	51,92%
04-01-2016 4:57:48	109465,1797	0,40999997	207594,2344	52,73%
04-01-2016 17:02:40	76475,96875	0,06999999	207426,4375	36,87%
04-01-2016 18:15:53	78300,80469	0,06999999	207800,5938	37,68%
04-01-2016 18:15:59	78357,07813	0,06999999	207808,5313	37,71%
04-01-2016 22:12:34	79039,48438	0,06999999	206696,9531	38,24%
04-01-2016 22:12:41	78771,34375	0,06999999	206724,5156	38,10%
04-01-2016 22:54:23	78745,04688	0,06999999	205681,2344	38,28%
05-01-2016 0:01:07	77312,94531	0,06	206916,3594	37,36%
05-01-2016 0:14:08	77954,35938	0,06	207623,5	37,55%
05-01-2016 1:44:17	77611,72656	0,06999999	202577,5469	38,31%

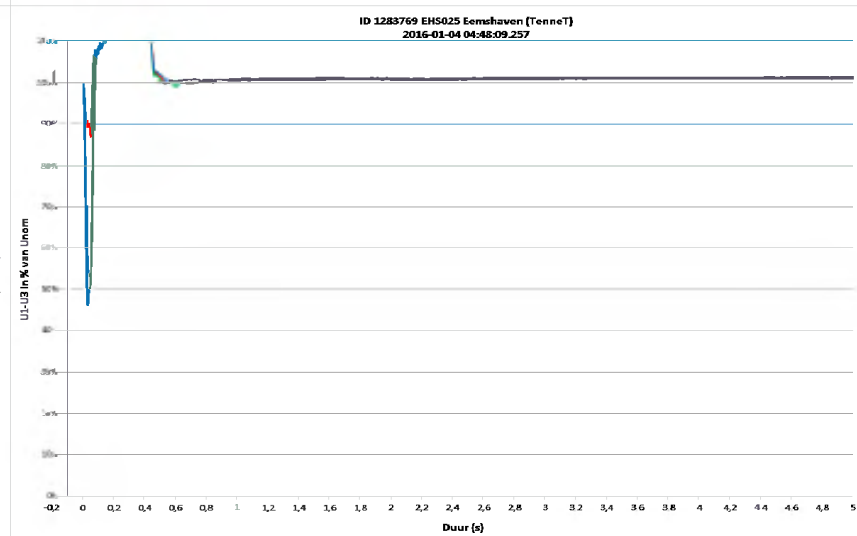
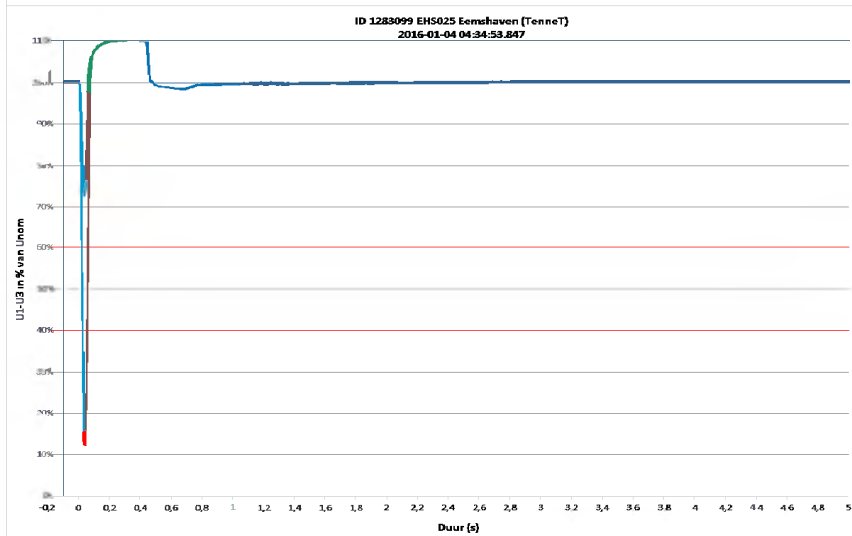
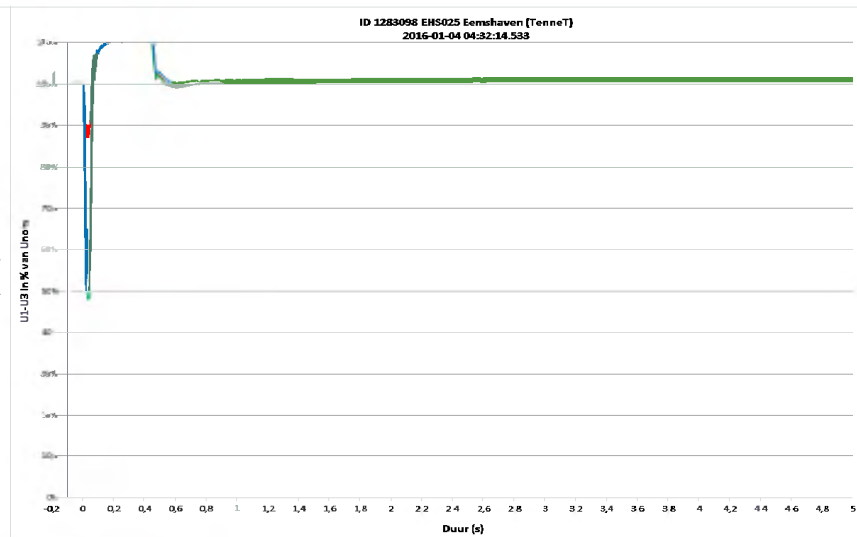
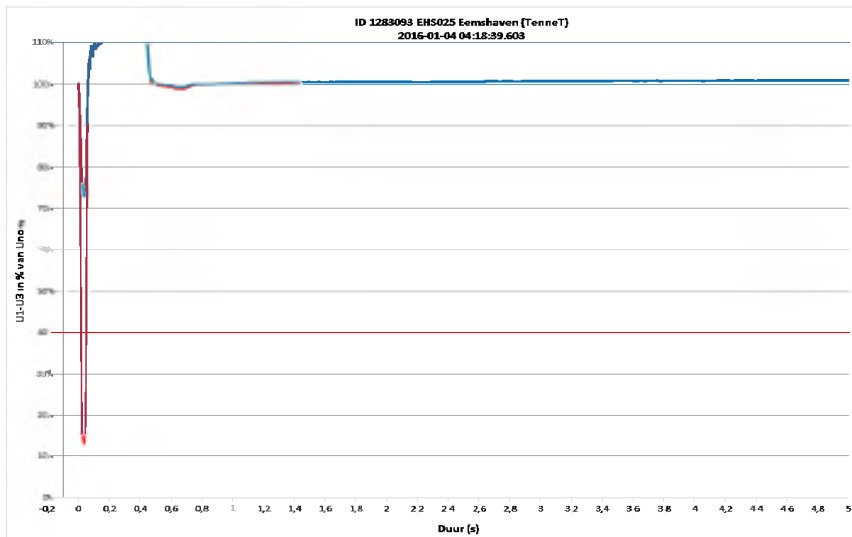


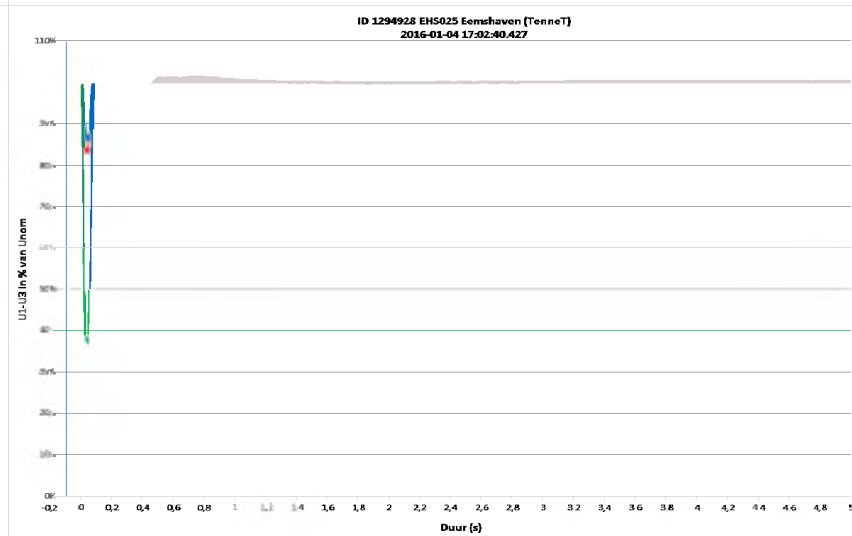
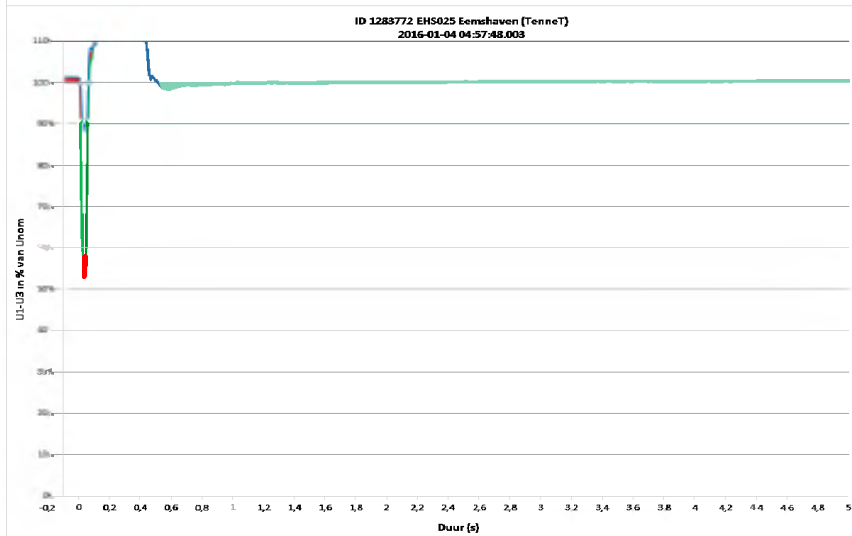
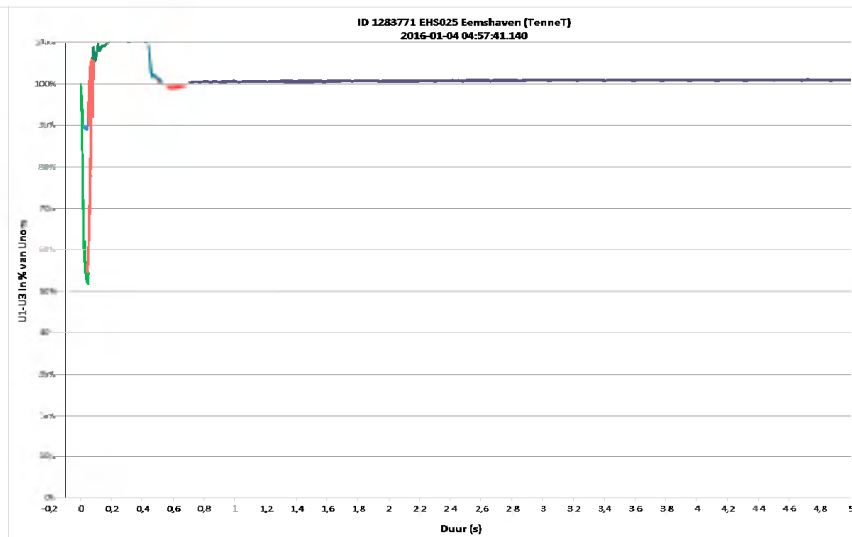
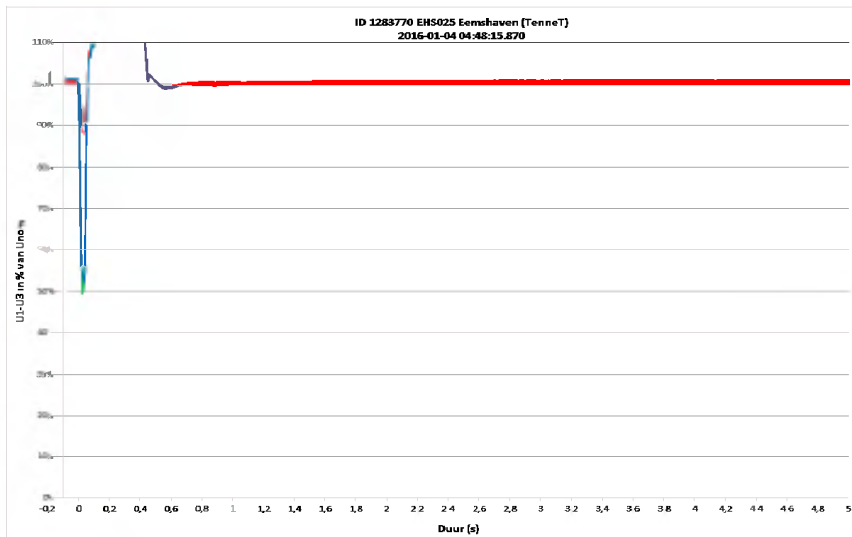


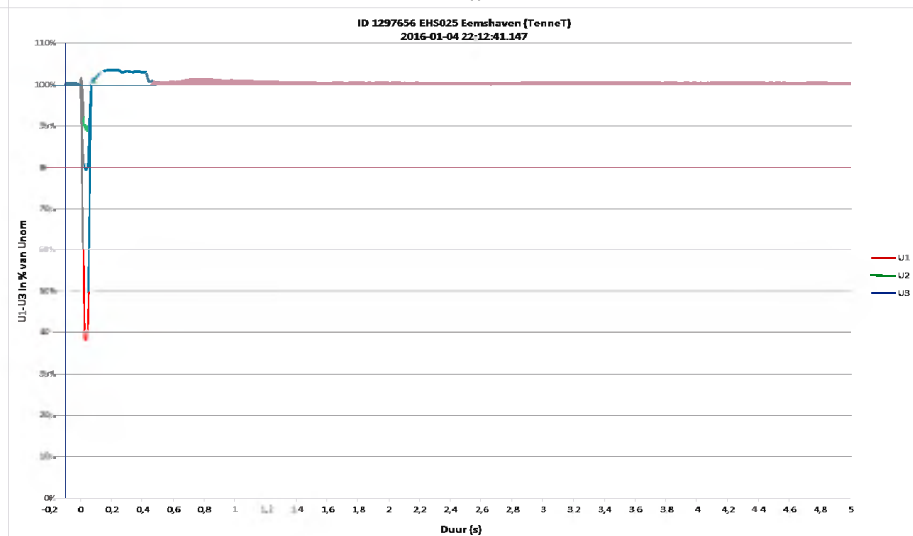
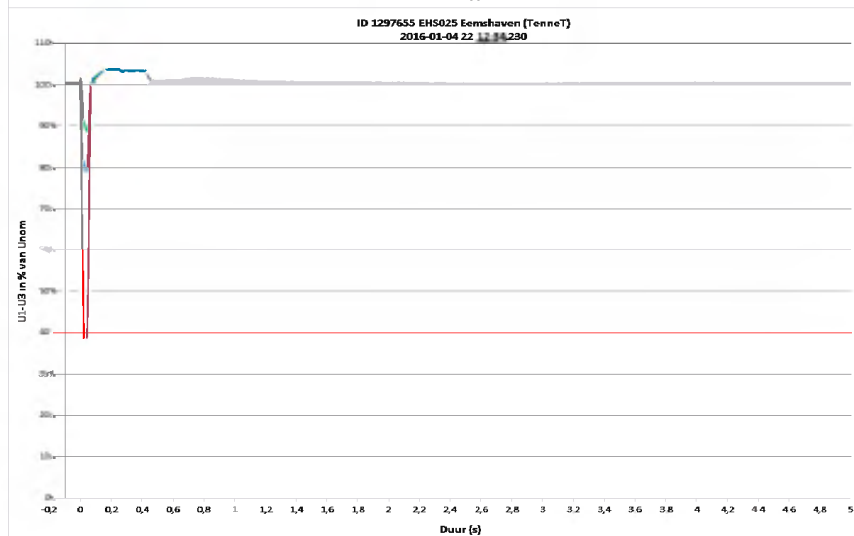
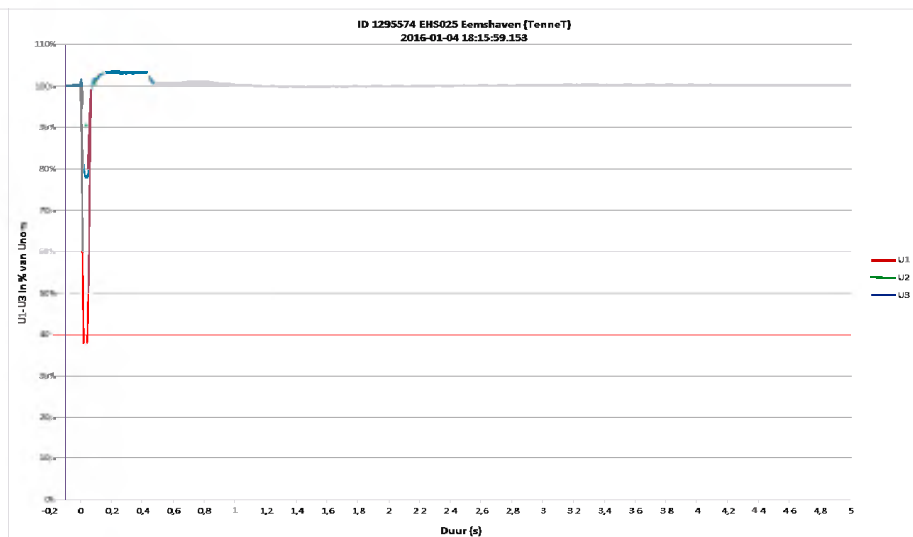
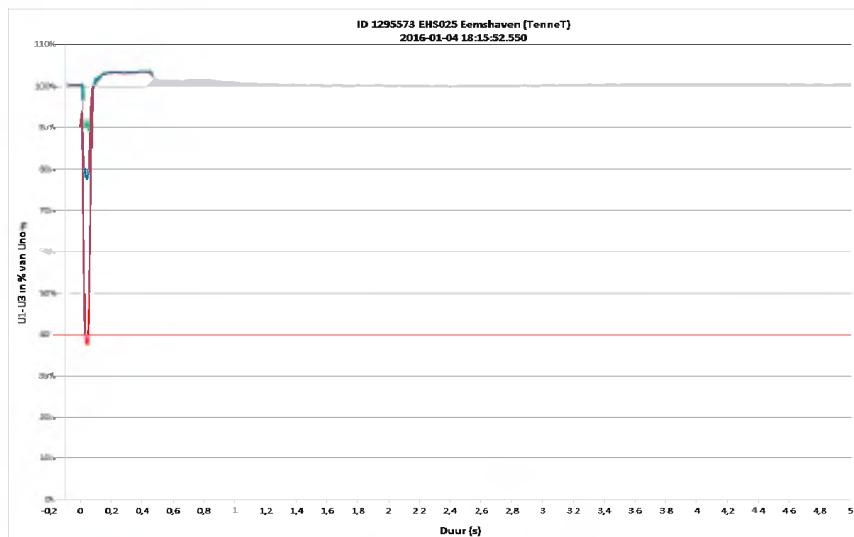


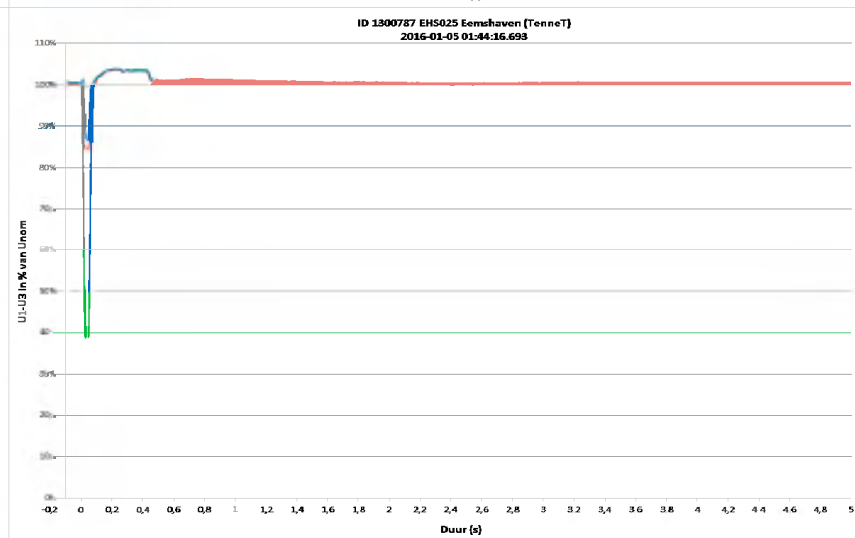
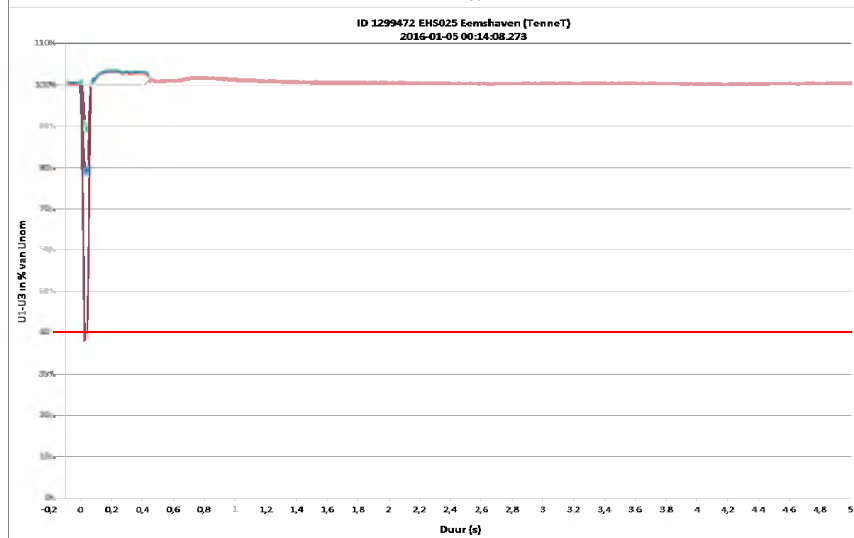
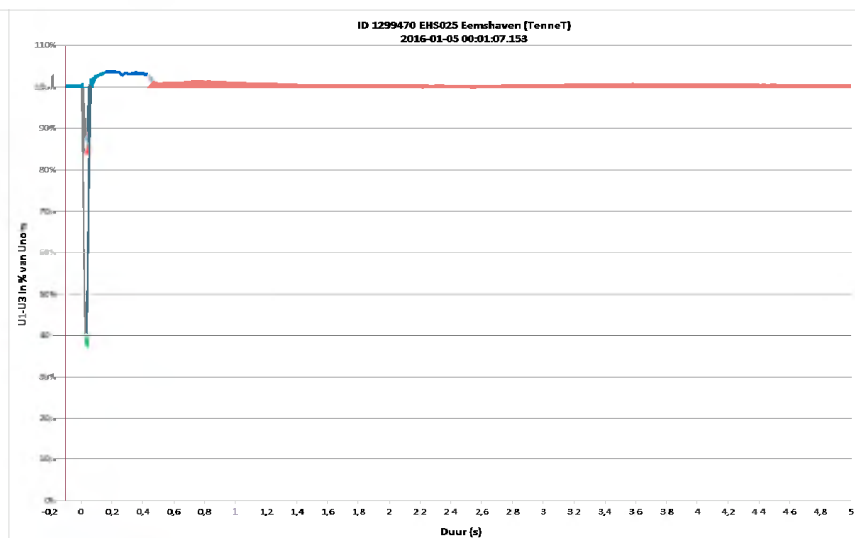
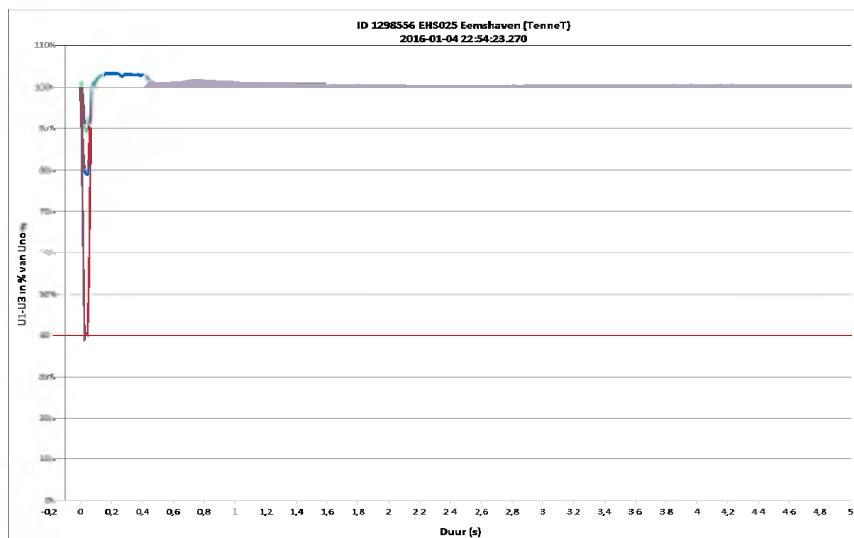










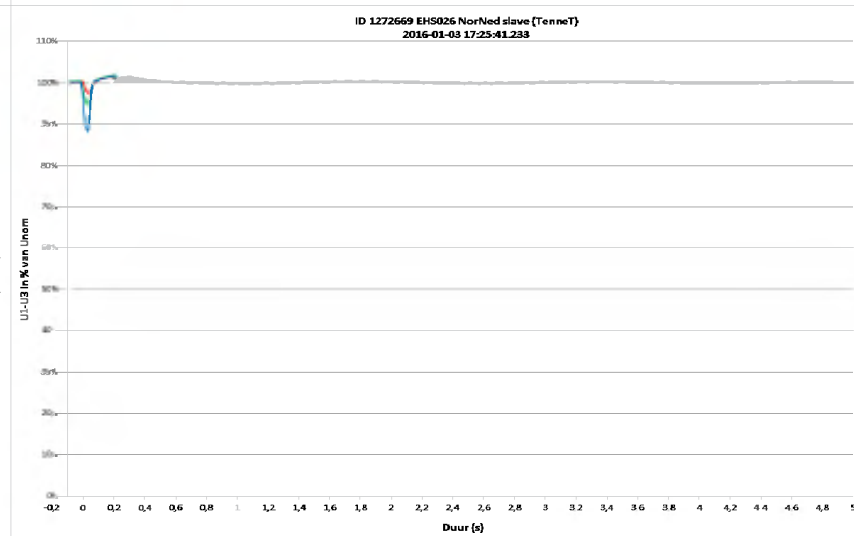
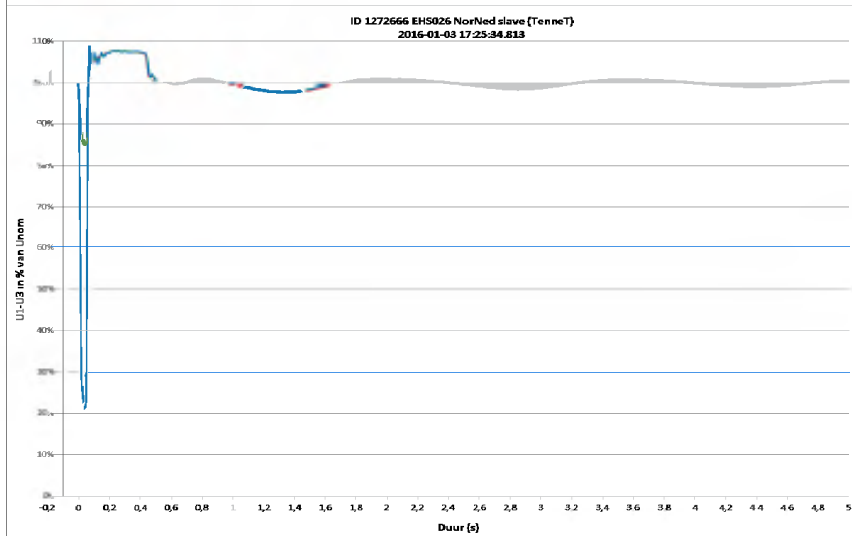
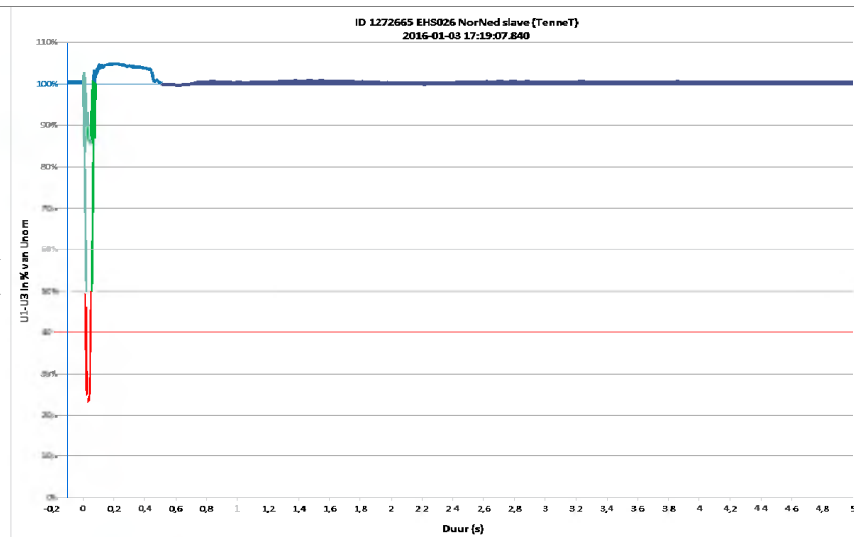
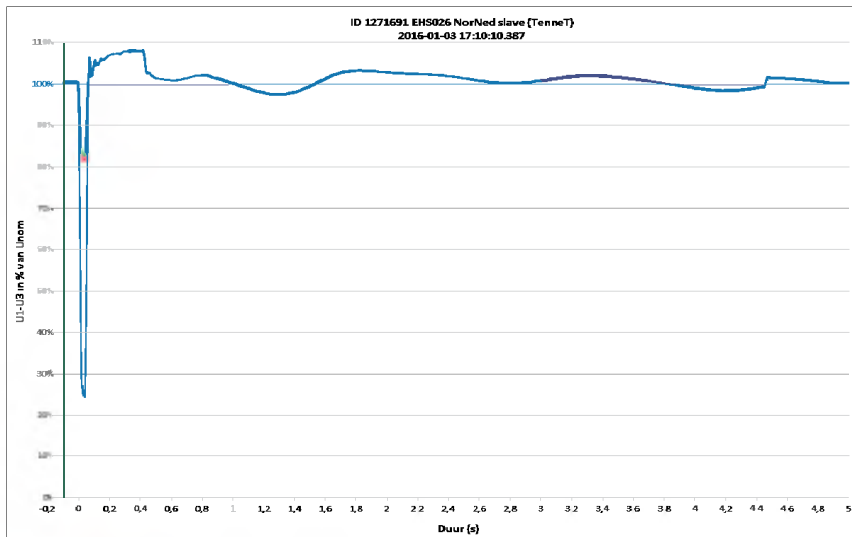


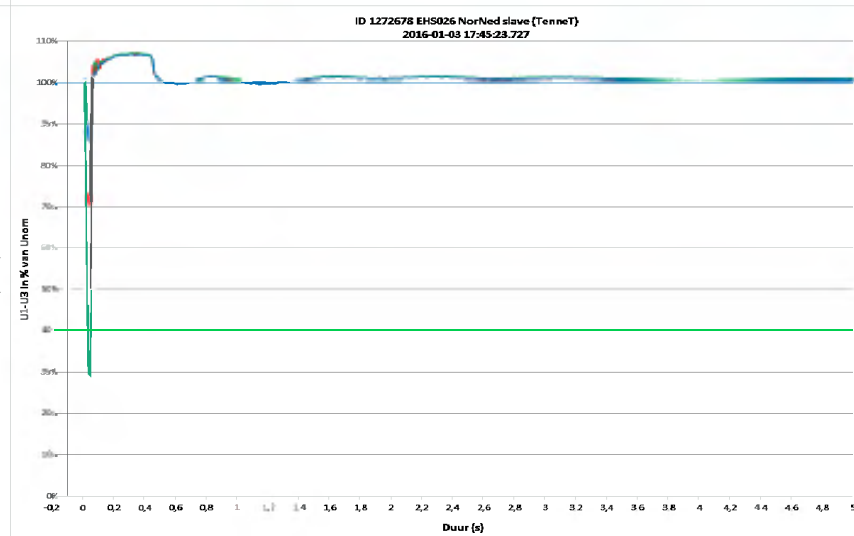
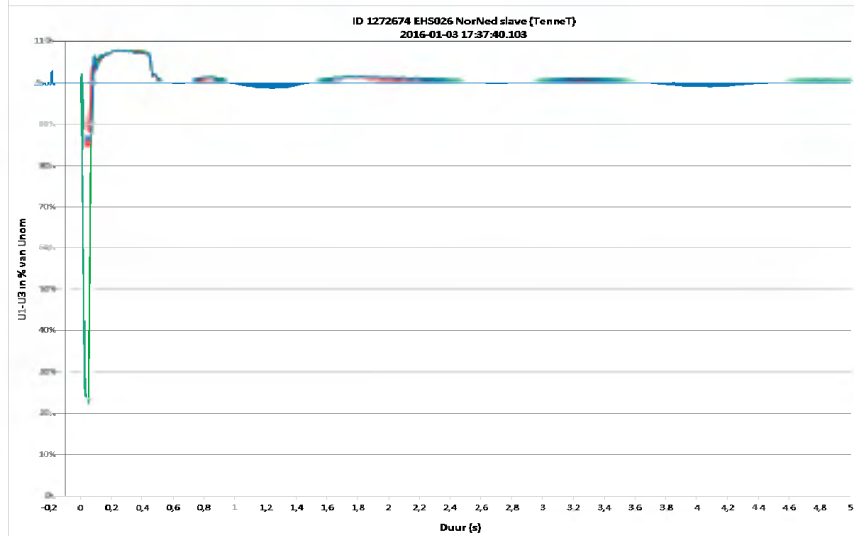
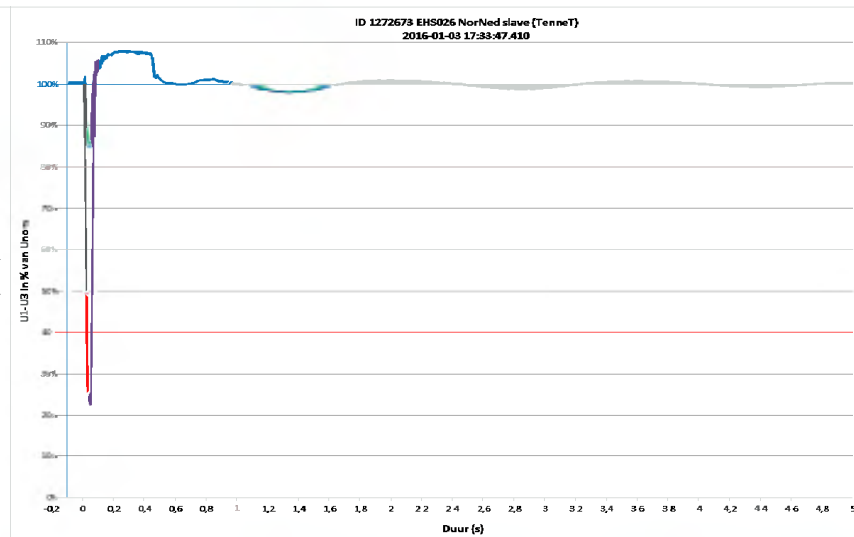
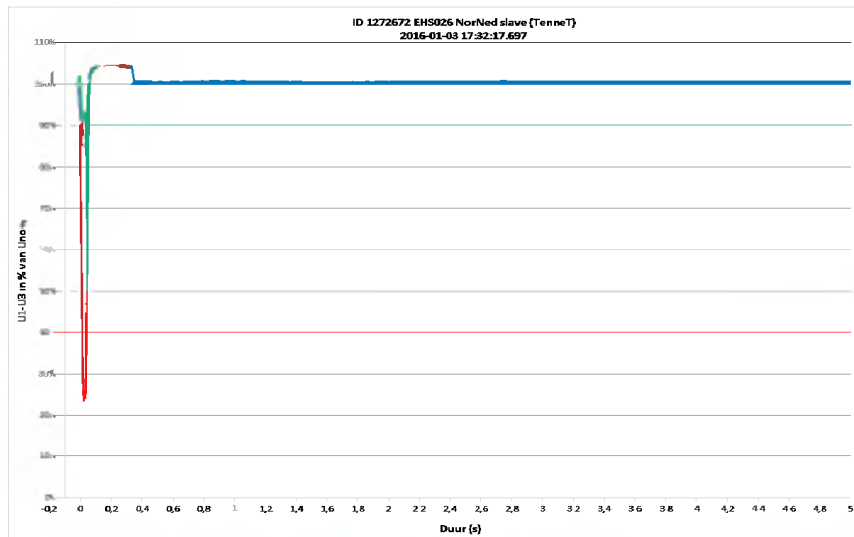
Bijlage J EHS026 Norned

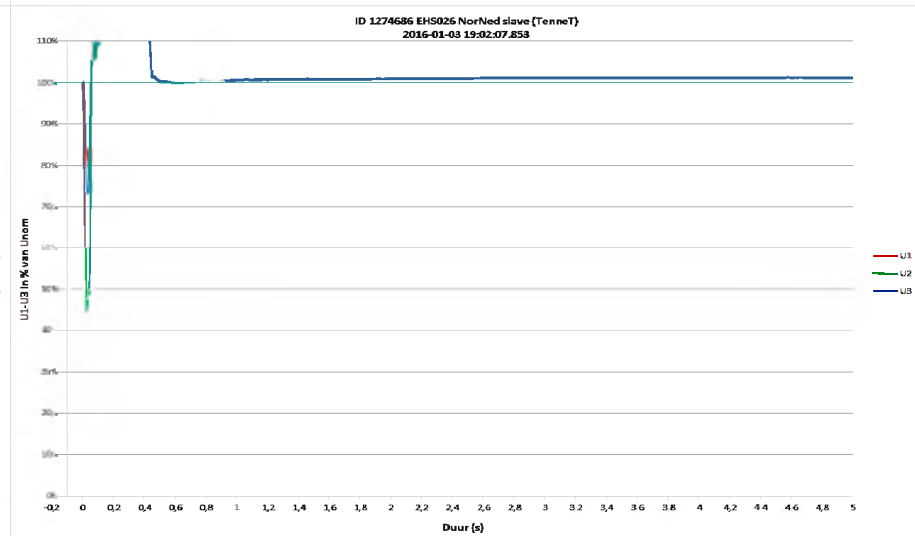
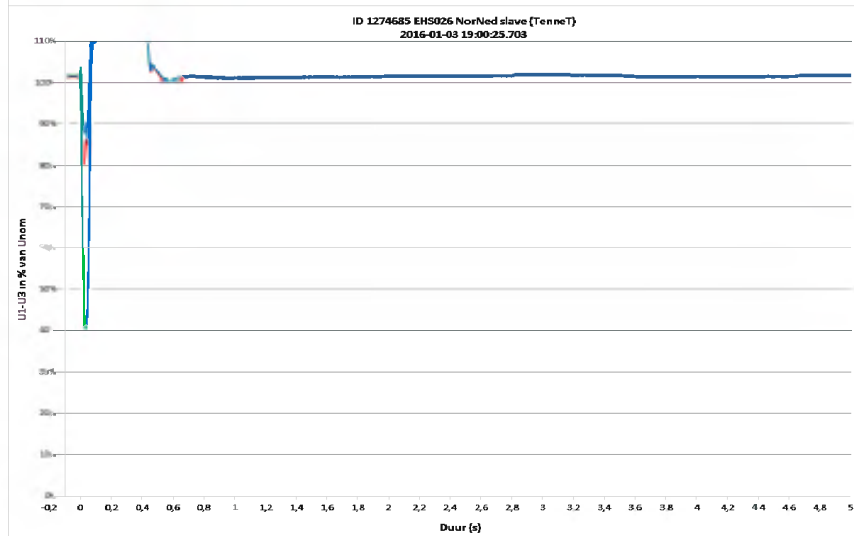
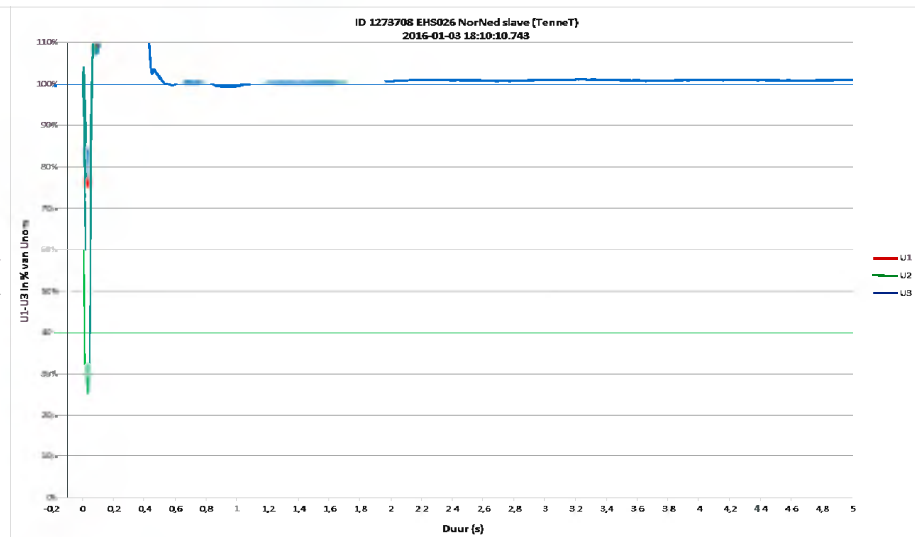
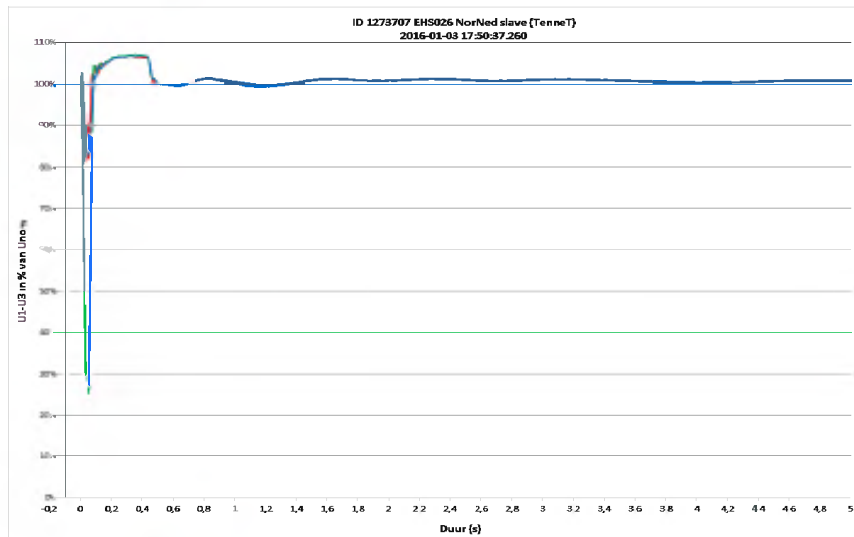
Diptabel*				
Restspanning u [%]	Duur t [ms]			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1\,000$	$1\,000 < t \leq 5\,000$
$90 > u \geq 80$	3	0	1	0
$80 > u \geq 70$	2	0	0	0
$70 > u \geq 40$	10	11	0	0
$40 > u \geq 5$	19	9	0	0
$5 > u$	0	0	0	0

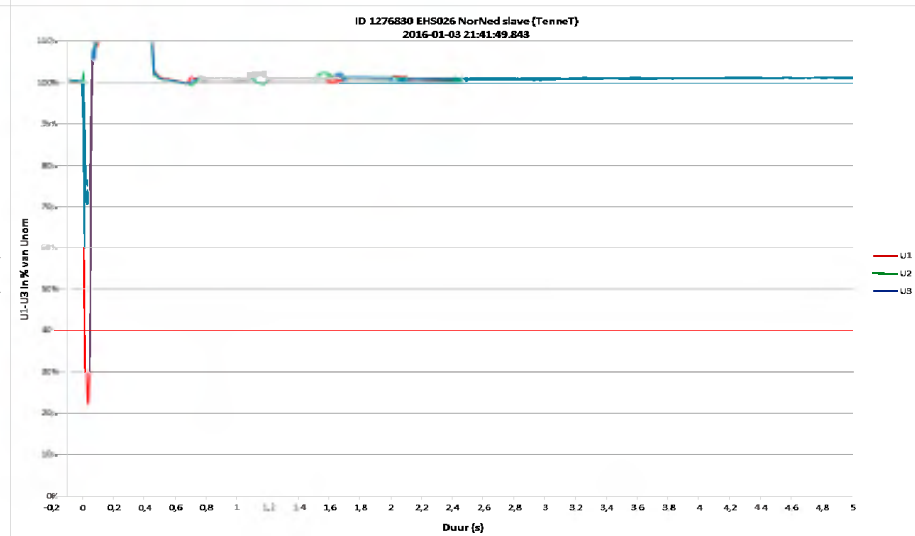
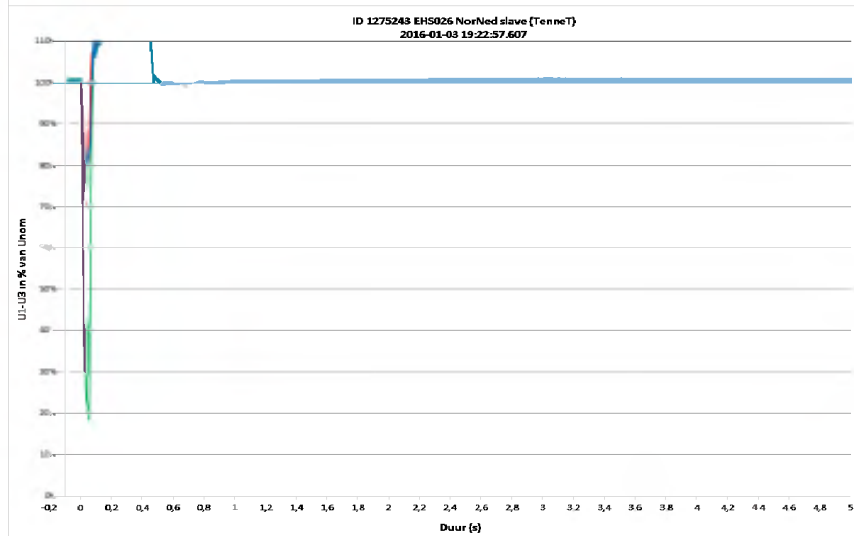
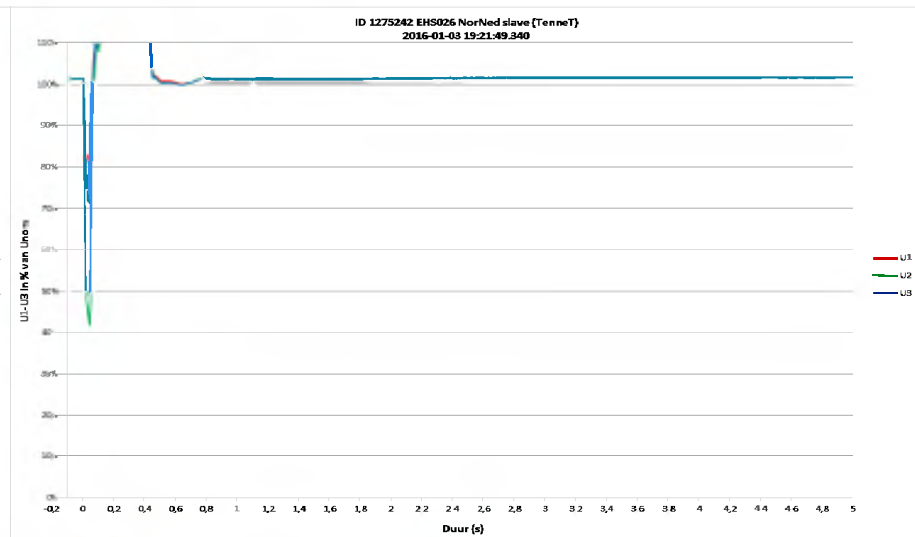
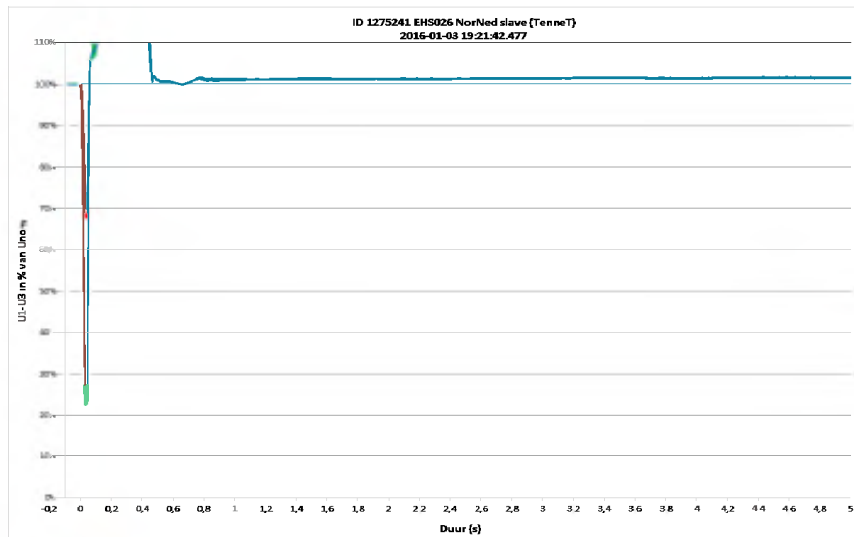
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
03-01-2016 17:10:10	97839,97656	0,10999999	401163,3438	24,39%
03-01-2016 17:19:08	94541,96875	0,06999999	410279,5	23,04%
03-01-2016 17:25:35	86007,53906	0,06999999	410824,625	20,94%
03-01-2016 17:32:18	96728,0625	0,06	410989,9063	23,54%
03-01-2016 17:33:47	93888,99219	0,06999999	411258,4375	22,83%
03-01-2016 17:37:40	92191,74219	0,06999999	411294,3125	22,42%
03-01-2016 17:45:24	120751,3203	0,06	411699,4688	29,33%
03-01-2016 17:50:37	104393,6328	0,06999999	412145	25,33%
03-01-2016 18:10:11	104011,9453	0,40999997	411293,875	25,29%
03-01-2016 19:00:19	75367,63281	0,42999998	390389,7188	19,31%
03-01-2016 19:00:26	156761,8438	0,41999999	390918,875	40,10%
03-01-2016 19:02:08	178081,3438	0,41999999	397144,1875	44,84%
03-01-2016 19:21:42	89791,60938	0,41999999	396762,2188	22,63%
03-01-2016 19:21:49	166700,75	0,41999999	397254,125	41,96%
03-01-2016 19:22:58	74852,20313	0,41999999	400712,8125	18,68%
03-01-2016 21:41:50	90217,72656	0,41999999	402188,5313	22,43%
03-01-2016 22:34:09	200281,625	0,42999998	388521,375	51,55%
03-01-2016 22:35:03	184512,125	0,43999997	389655,6875	47,35%

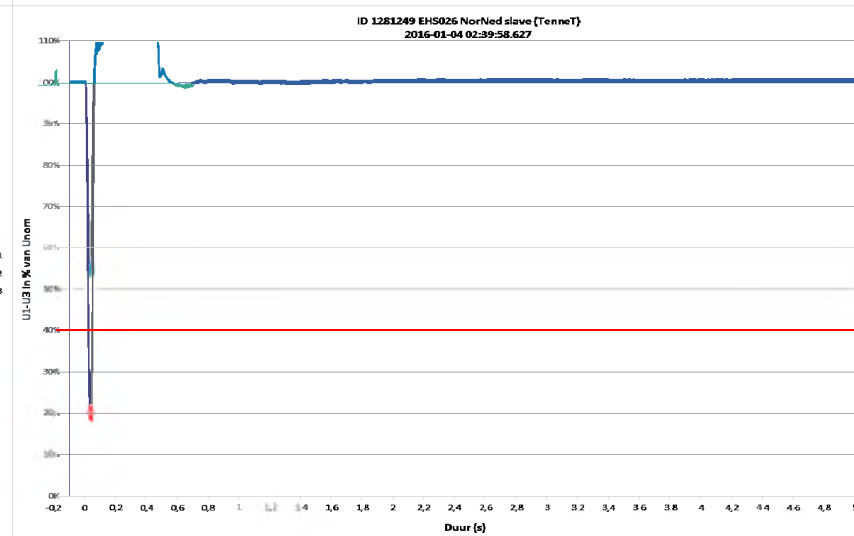
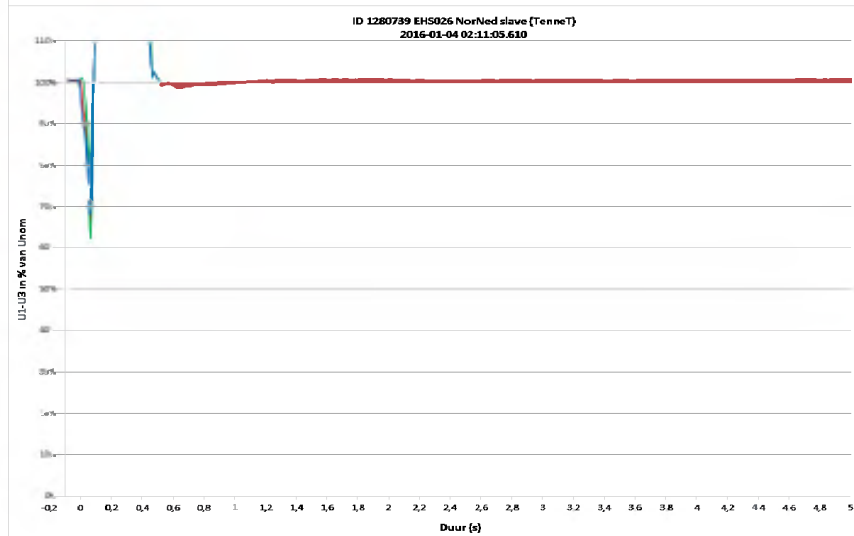
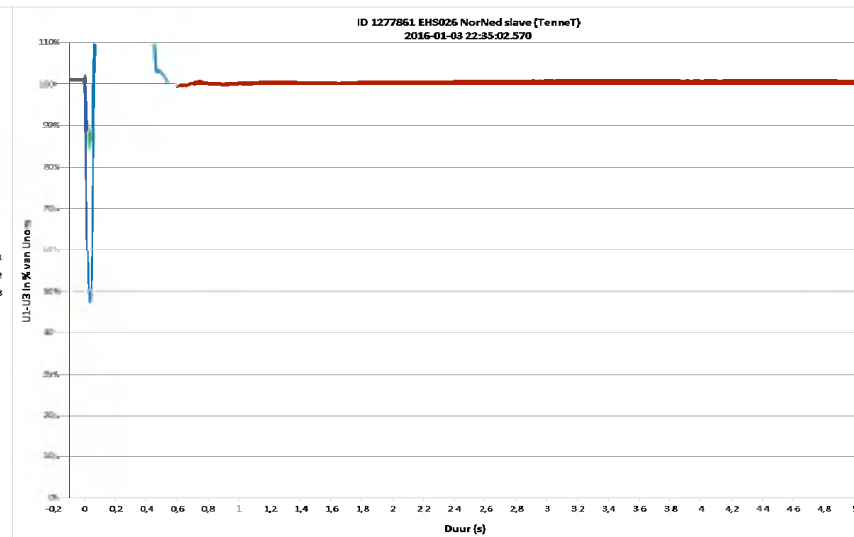
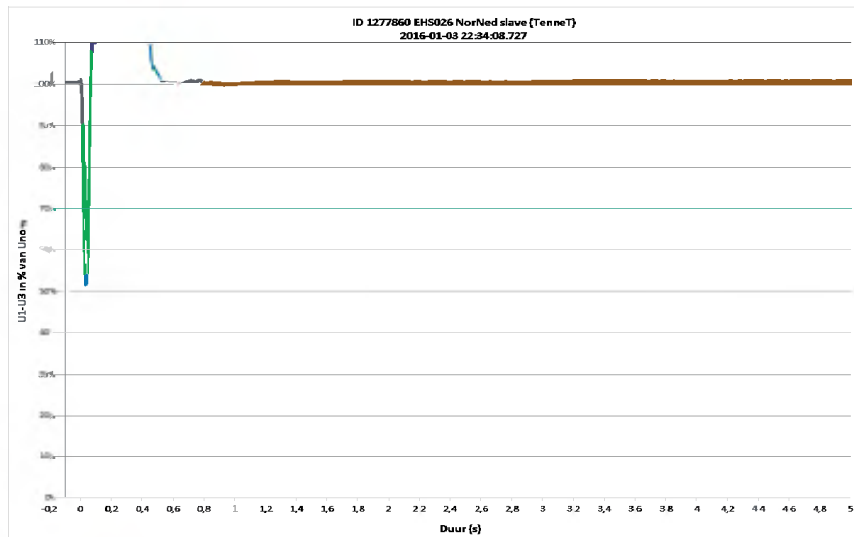
Datum	Rest spanning [V]	Duur [sec]	Referentie spanning [V]	Rest Spanning (%)
04-01-2016 2:11:06	243556,5313	0,42999998	391966,9063	62,14%
04-01-2016 2:39:59	72455,82031	0,45999998	396622,4063	18,27%
04-01-2016 4:04:58	101696,4297	0,42999998	398931,7188	25,49%
04-01-2016 4:18:40	99071,73438	0,41999999	398372,0625	24,87%
04-01-2016 4:32:15	177439,375	0,42999998	400267,125	44,33%
04-01-2016 4:34:54	101718,0078	0,42999998	404358,8438	25,16%
04-01-2016 4:48:09	192752,4688	0,42999998	402006,4688	47,95%
04-01-2016 4:48:16	202314,7344	0,42999998	402168,9063	50,31%
04-01-2016 4:57:41	201875,7344	0,41999999	404357,6875	49,93%
04-01-2016 4:57:48	194094,2031	0,42999998	404347	48,00%
04-01-2016 17:02:40	50741,42969	0,06999999	411913,2188	12,32%
04-01-2016 18:15:53	133476,9844	0,06999999	412691,625	32,34%
04-01-2016 18:15:59	134286,3125	0,06999999	412695,375	32,54%
04-01-2016 22:12:34	151859,2031	0,06999999	408914,8125	37,14%
04-01-2016 22:12:41	152335,9219	0,06	408911,9375	37,25%
04-01-2016 22:54:23	151742,125	0,06999999	407881,8125	37,20%
05-01-2016 0:01:07	53046,29297	0,06	409685,1563	12,95%
05-01-2016 0:14:08	146520,3125	0,06	410684,4375	35,68%
05-01-2016 1:44:17	62900,44531	0,06999999	405197,6875	15,52%
05-01-2016 19:26:07	126659,1563	0,06999999	401736,7813	31,53%
07-01-2016 9:46:12	111678,4766	0,06	404762	27,59%

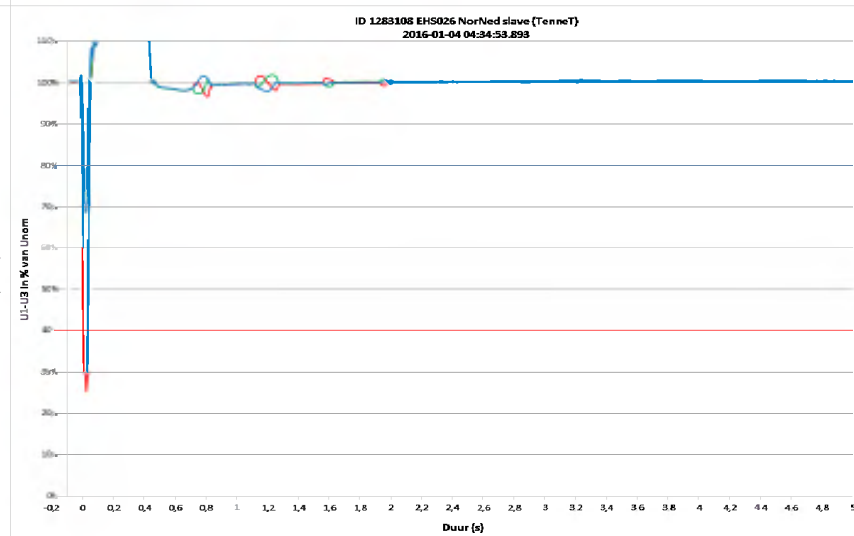
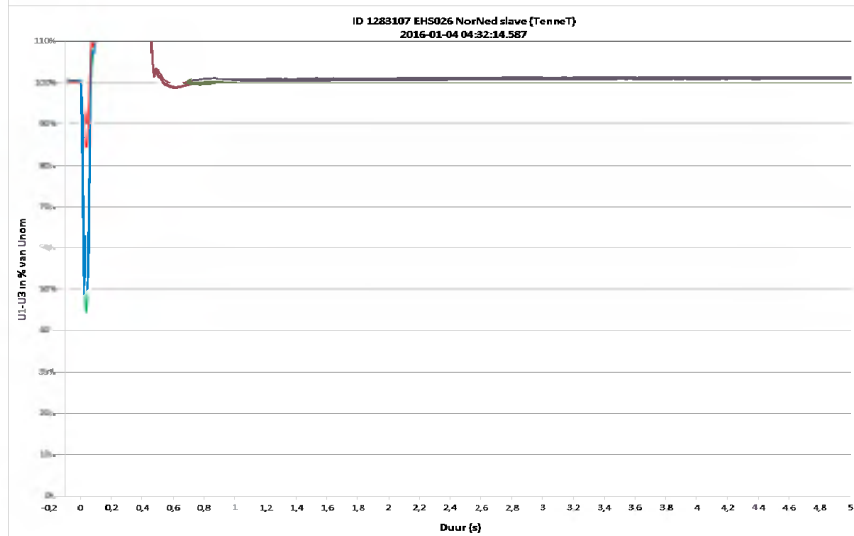
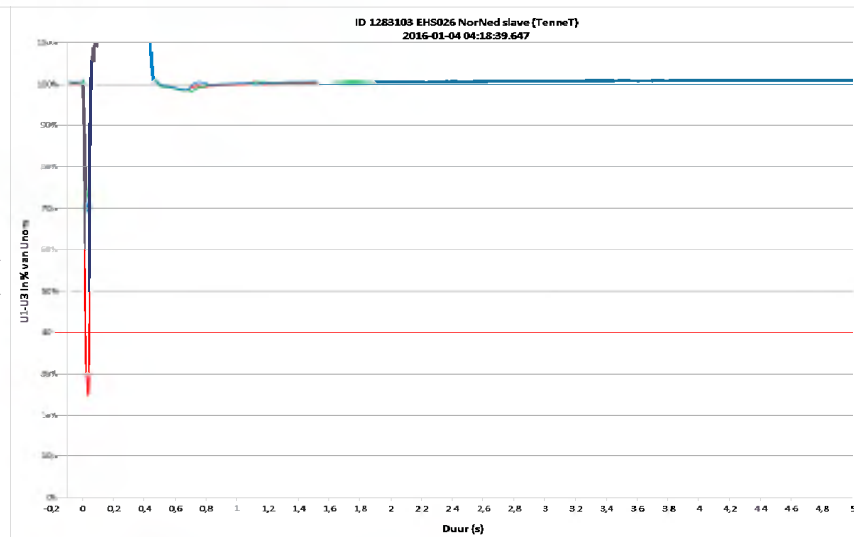
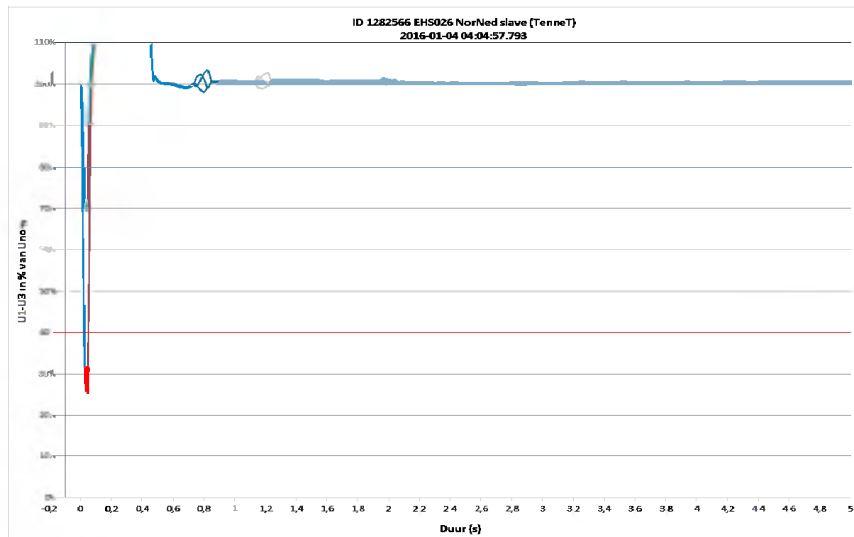


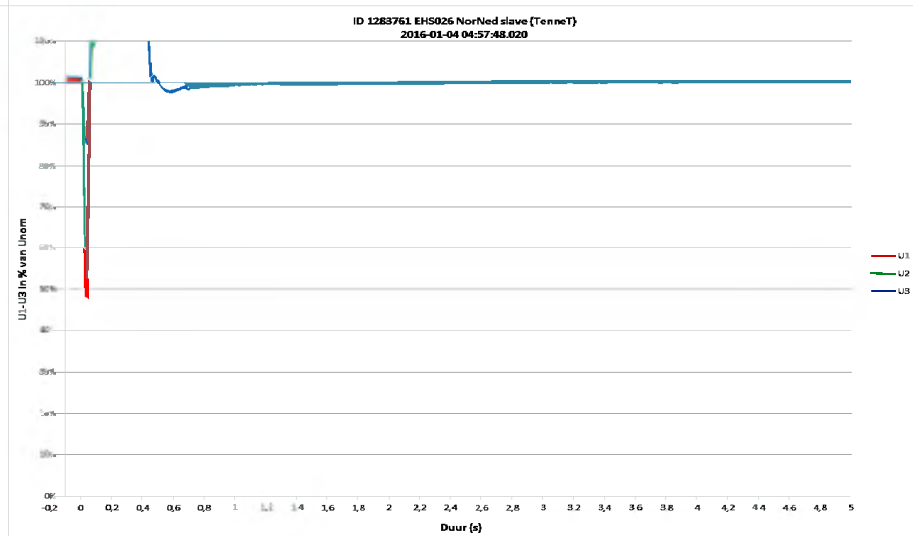
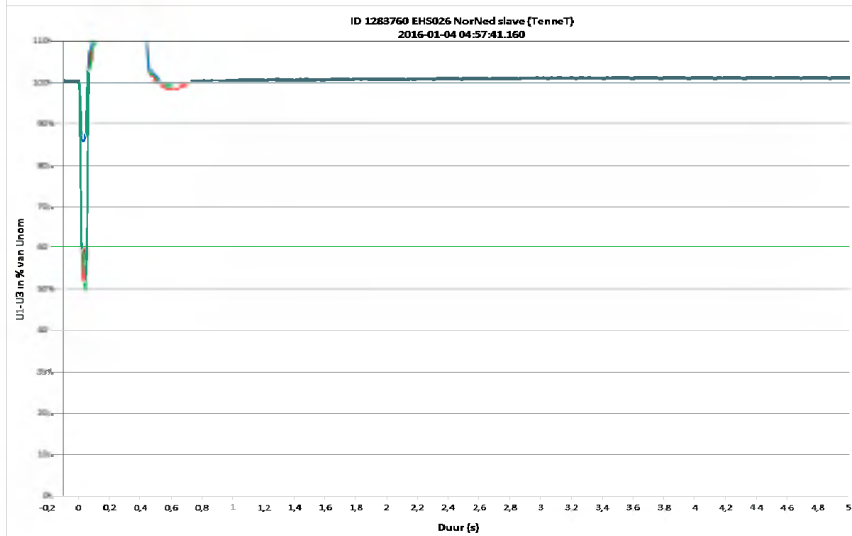
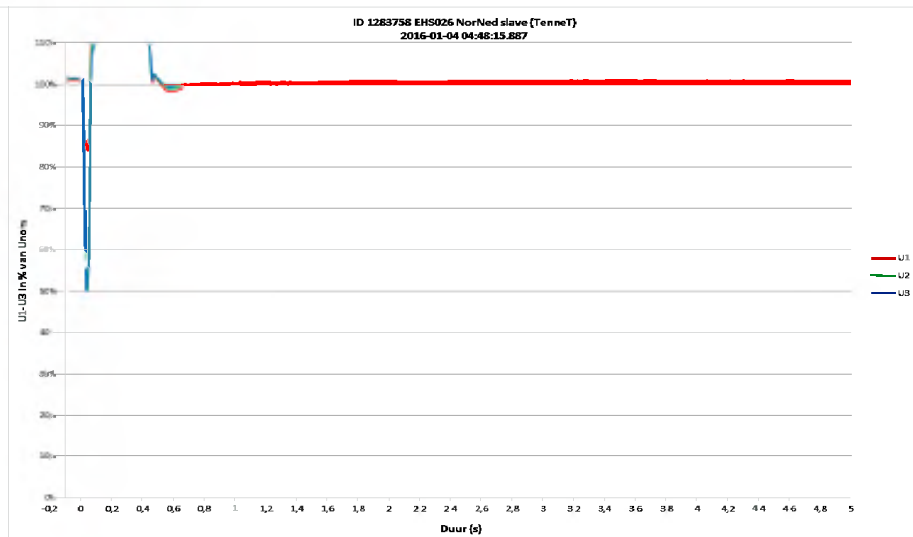
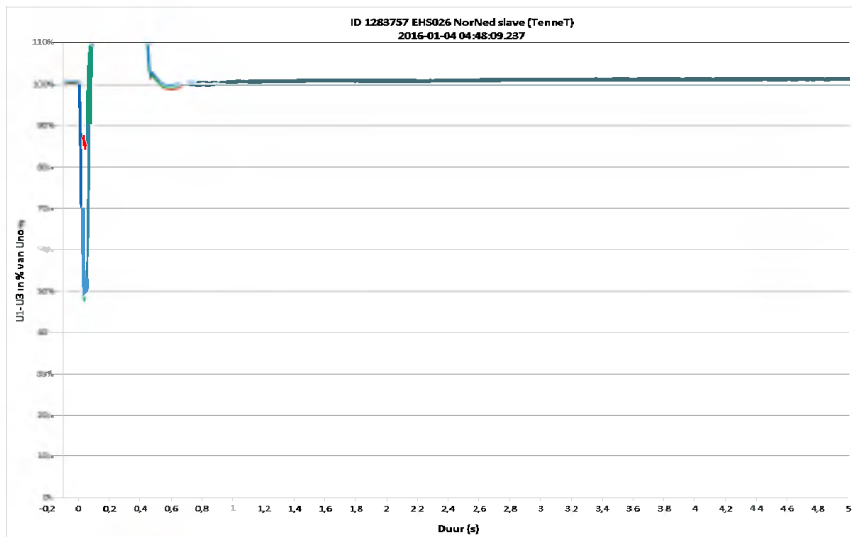


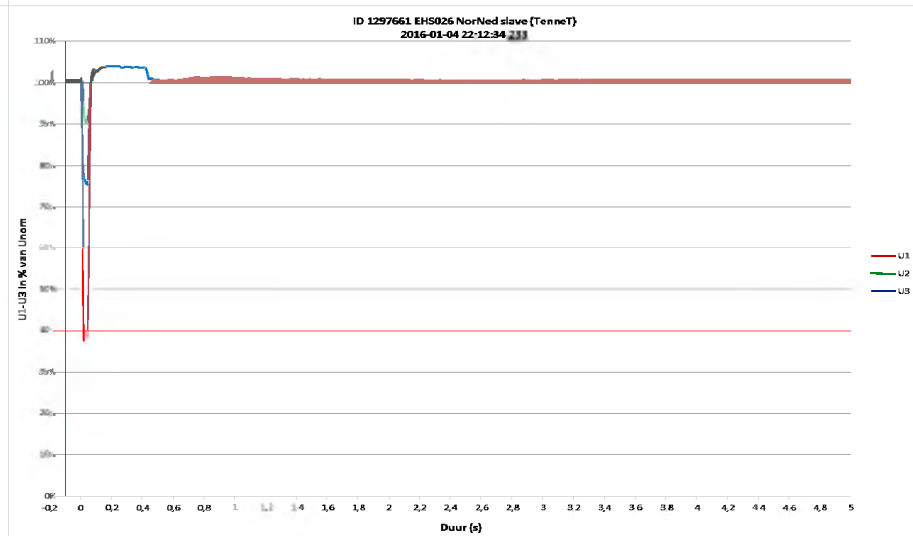
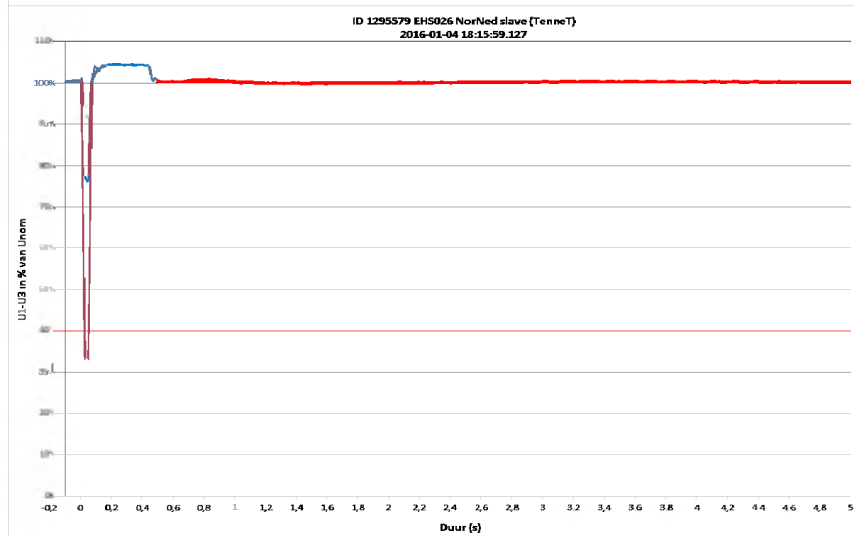
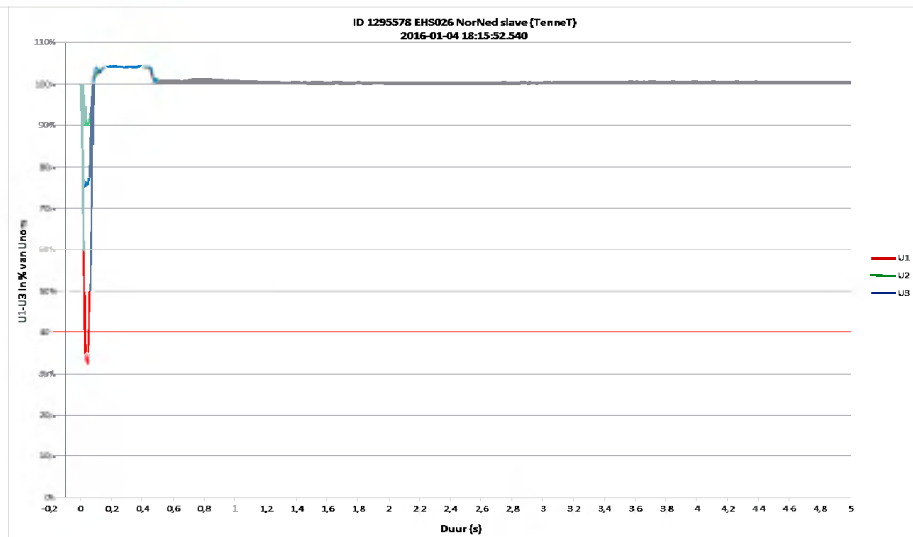
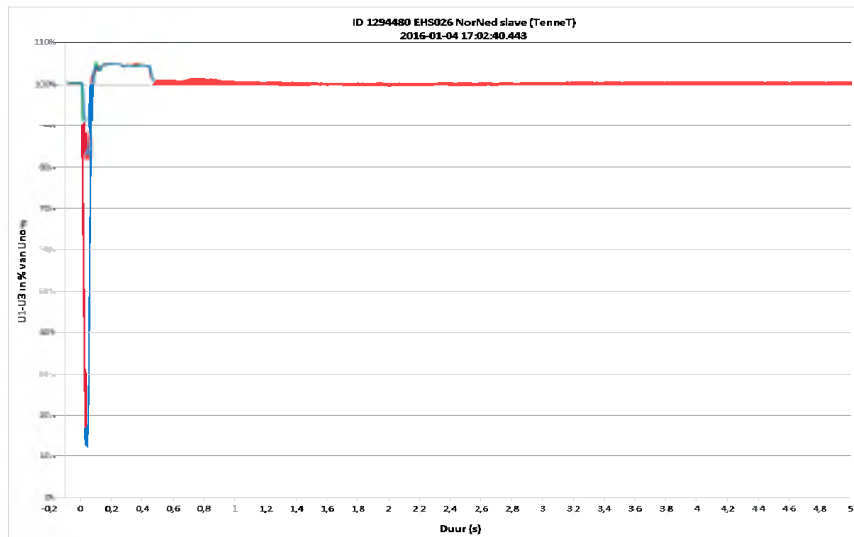


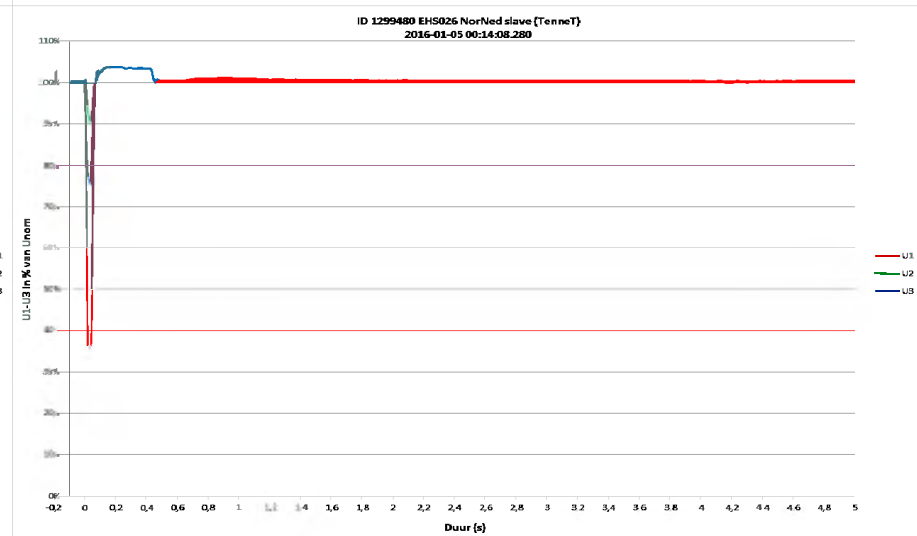
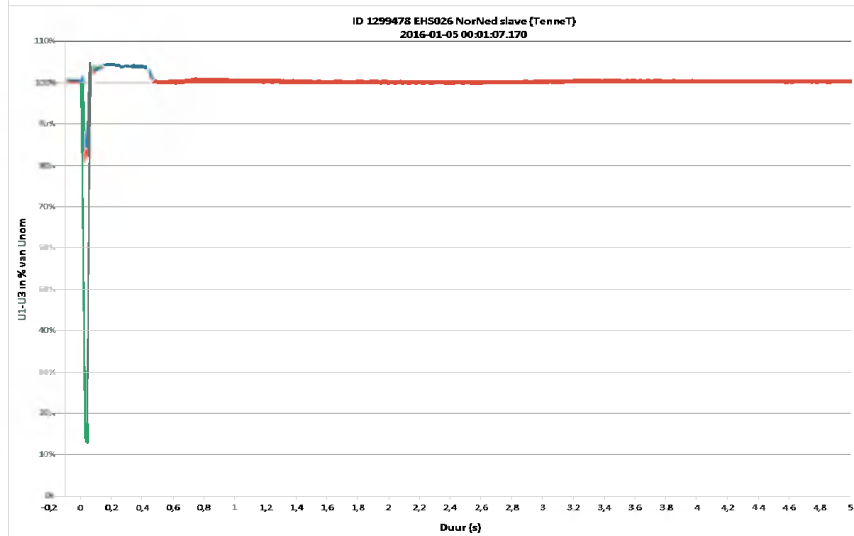
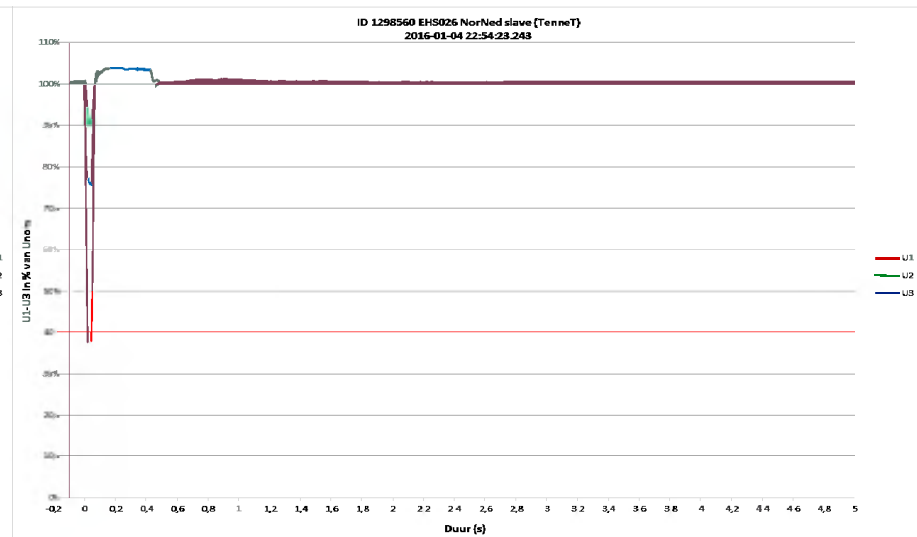
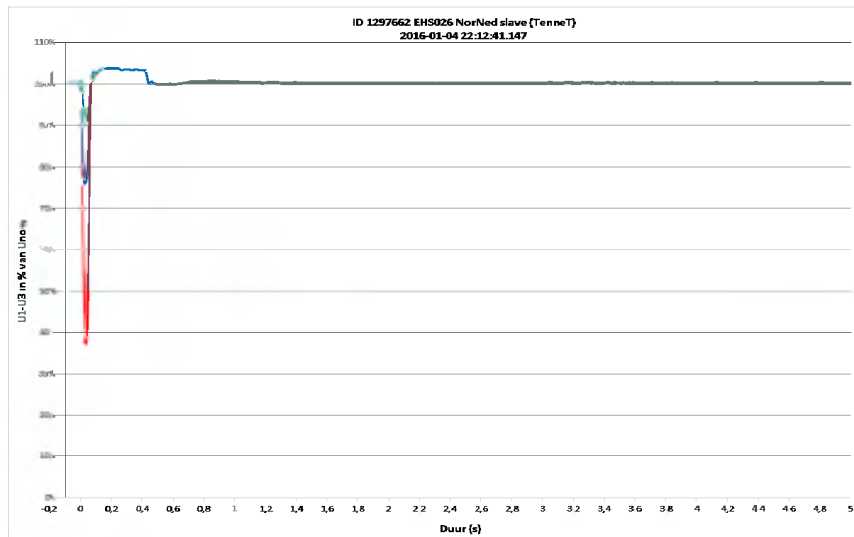


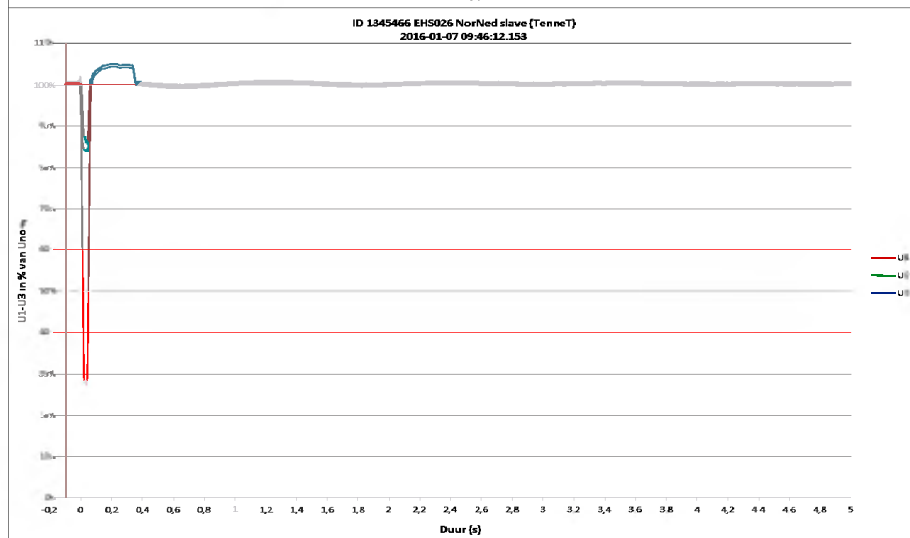
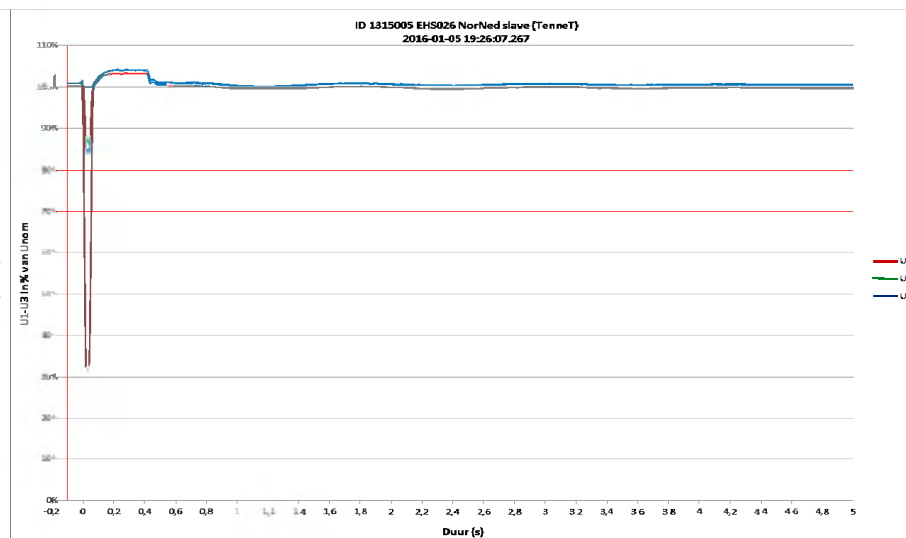
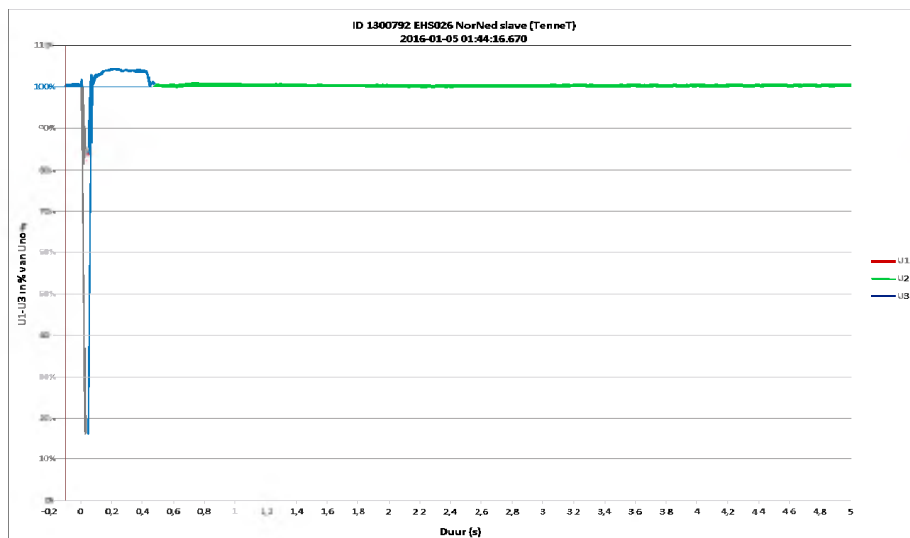












Colofon

Opdrachtgever TenneT TSO B.V.
Rien Boone

Uitgave Movares Nederland B.V.
Leidseveer 10
3500 GW Utrecht

Telefoon +31 612874412

Ondertekenaar Hans Wolse
Adviseur

Projectnummer

Kenmerk ADV-JAW-160006641

Opgesteld door Hans Wolse

© 2016, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.