

Orbits VOF

Rekkemsestraat 169

B-8510 Marke (Kortrijk)

BE 0688.949.428

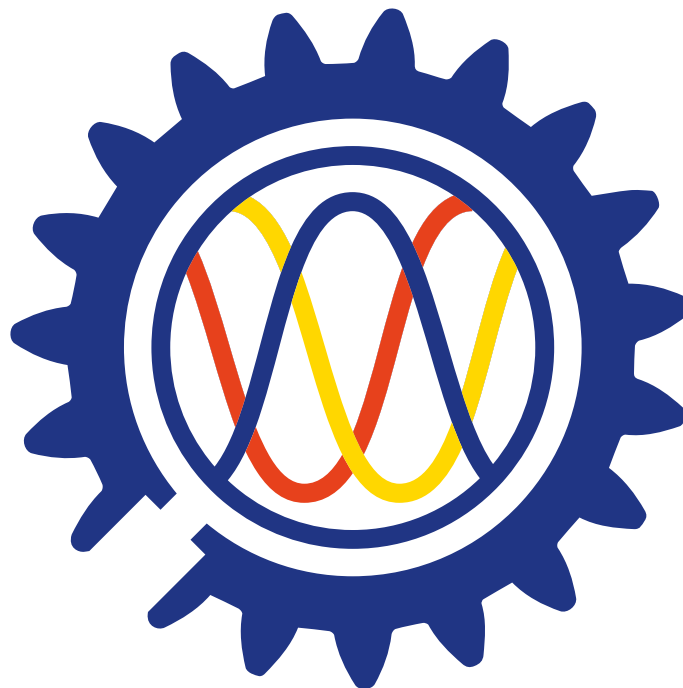
+32 498 08 96 40

info@orbits.be

www.orbits.be

## INFORMATION DOCUMENT

**Note:** This document is established to uniformly instruct the connection setup of electric current and voltage sensors enabling an ESA measurement campaign. Applicable when the down-time of the application is different from the time of data acquisition due to the production process. No instructions are given regarding the measurement or diagnosis process itself.



## ESA connection instruction card

## Contents

1	Introduction to ESA	2
2	Introduction to the sensors	3
3	Safety measures	5
4	Connection topology	5

## 1 Introduction to ESA

The signals of electric machinery can be used to assess the instantaneous condition of the electric machine and parts of its drivetrain. Not only electrical failure modes (e.g. stator winding degradation, broken rotor bars, bearing currents..) but also mechanical failure modes (e.g. rotor eccentricity, torsional looseness, advanced bearing damage...) can be detected in the motor current and voltage signals. Furthermore, by transforming, processing and combining the three voltage and current signals, torsional and lateral rotor vibration information can be obtained and used in the detection of problems further down the drivetrain (e.g. broken teeth in a gearbox, a damaged belt in a belt transmission, broken coupling teeth...). On top of that, the upstream electrical condition of the grid or VFD is within the scope of this analysis (e.g. grid power quality condition, VFD filtering issues, VFD switching component problems...). To summarize, an ESA diagnosis results in the assessment of the drivetrain operational condition and estimates acting failure modes which may endanger the operational reliability.

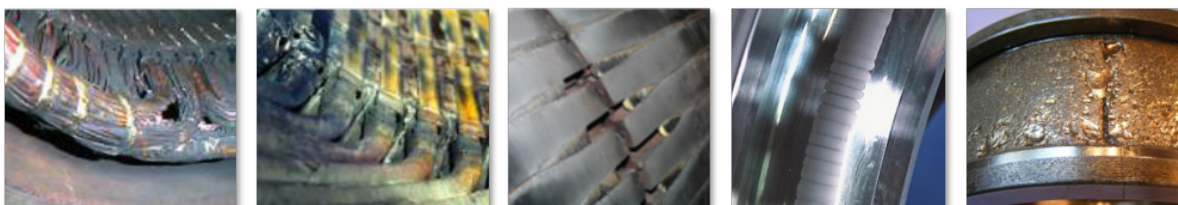


Figure 1: Examples of detectable motor failures through electrical analysis

## 2 Introduction to the sensors

Performing electrical measurements for Electrical Signature Analysis (ESA/MCSA) needs the implementation of six electrical connections. In essence, three voltage measurements and three current sensors are to be implemented (in practice four of each). None of them interrupt the motor cabling system and do not affect the electric installation whatsoever.



Figure 2: **Direct voltage potential connectors, adapters and leads**

In low voltage systems ( $< 1000$  VAC RMS), the voltage signals are directly connected with the acquisition system. Therefore, only leads and connectors are used. Examples of the commonly applied connectors are shown in Figure 2. During installation, pick the most proper and firm connectors (see below). A good, low-resistance and noise-free connection is essential for the analysis and diagnostic process. All connectors end into a fully insulated 4 mm test lead connection to extend the voltage potential towards the acquisition space.

The available current sensors (Figure 3) for ESA measurements are listed in the following table. They are all current clamps transforming the current signal into a representative voltage signal. As no current/current transformers are used, their internal impedance does not affect the power circuit. For every specific RMS current magnitude range, the correct sensor and sensitivity setting must be carefully applied. To interpret these ranges more easily, they are translated into active mechanical power ranges for three-phased 230 V, 400 V and 690 V induction motors. This includes an average  $\cos \phi$  and motor efficiency class. As may be noticed, some extra marge is taken into account to compete with a potential motor overload of  $\sim 25\%$ .

Sensor	Setting	Current range	Power range		
			230 V	400 V	690 V
i400s	10 mV/A	<b>40 A</b>	< 9 kW	< 15 kW	< 26 kW
	1 mV/A	<b>400 A</b>	< 90 kW	< 150 kW	< 260 kW
i3000s	100 mV/A	<b>30 A</b>	< 6 kW	< 11 kW	< 20 kW
	10 mV/A	<b>300 A</b>	< 60 kW	< 110 kW	< 200 kW
	1 mV/A	<b>3000 A</b>	< 600 kW	< 1100 kW	< 2000 kW

Table 1: **Current clamp mechanical power ranges**

The i400s clamp is a typical current clamp with high bandwidth and accuracy (no external power needed). The i3000s is a flex probe -battery powered- easily enabling the inclusion of several parallel lead wires in difficult to access areas or terminal boxes. It must be noted that the battery power does not allow extensive time being powered. Thereby, it is advised to have the power control outside the enclosure and keep them "off" till the acquisition campaign.

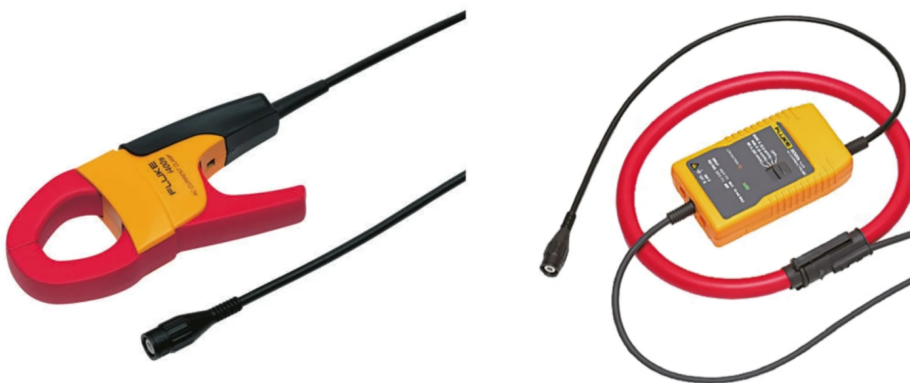


Figure 3: **Current clamp i400s (left) and flex probe i3000s (right)**

### 3 Safety measures

It is strongly advised that any voltage and current sensor implementation is performed on a fully shut-down, non-powered and grounded electric installation (LOTOTO principle - Lock Out Tag Out Try Out). If any of these measures can not be fulfilled, the company's policy regarding safety and risk analysis must be applied with intense focus. Additionally, only properly certified technicians are allowed to connect the sensors with the installation. Knowledge of the installation and the exact cabling topology is very essential to maximize the success of the implementation, data acquisition and signal diagnosis. In any case, ORBITS is not accountable for potential installation failure and accidents with human injuries during the implementation of the sensors.

All electrical material may never be used exceeding the approved and certified 1000 V - CAT III or 600 V - CAT IV voltage levels. CAT III equipment is designed to protect against transients in equipment in fixed equipment installations, such as distribution panels, feeders and short branch circuits. CAT IV equipment is designed to protect against transients from the primary supply level, such as an electricity meter or an overhead or underground utility service.

### 4 Connection topology

The motor current through the feeder between the Variable Frequency Drive (VFD) and the motor is assumed to be constant at any location in the feeder. This is not entirely correct as high frequency currents close through the feeder insulation towards the shielding and/or grounding system. Because the voltage potential has to be captured as well, only two options of measurement location are applicable: at the beginning and the end of the feeder (Figure 4).

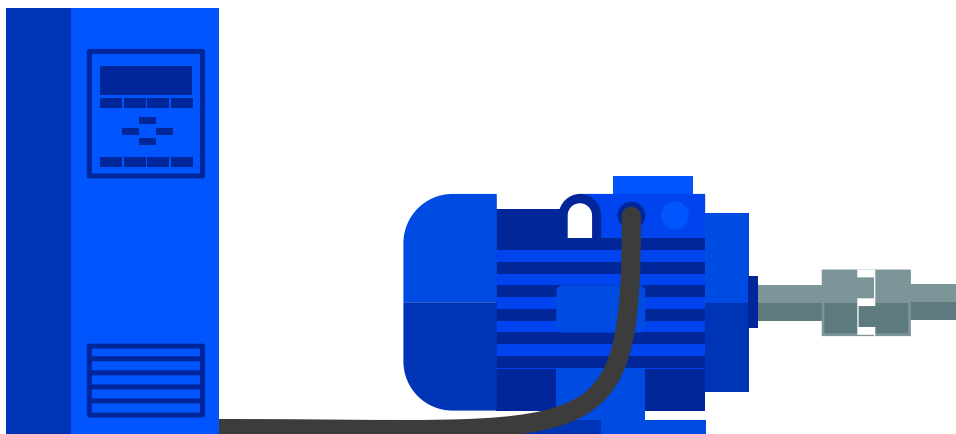


Figure 4: The measurements can be conducted at two points on the feeder

The first option is measuring in the terminal box of the motor. This is the most accurate setup for both voltage and current signals (no voltage drop, no leaking currents). However, this is considered to be very unsafe and is usually not allowed in most industries. It may occur due to accessibility problems at VFD-side that this option is the only possible way to perform an ESA measurement. In these cases, extra measures and risk analyses will be applicable to enable the acquisition and maintain an acceptable safety level. Some examples of measuring at the terminal box are presented in Figure 5.



Figure 5: **Measuring at the terminal box (not the preferred option)**

The second option -considered to be the standard and most preferred option- is measuring at the VFD-side of the feeder in a safe and conditioned electrical enclosure (Figure 6). This is usually done in an environmental conditioned MCC (Motor Control Center). The disadvantage of losing accuracy due to including the feeder impedance and experiencing high frequency leaking paths does not compete with the advantages of measuring at the terminal box.



Figure 6: **Measuring at the VFD-side (the preferred option)**

The voltage test connectors and the current clamps must be be carefully installed in order to be correct and successful. Figure 7 gives a realistic example of the electrical enclosure at the VFD-side of the feeder. In this case, the VFD is fed with a parallel shielded cable. As well the motor feeder consists of two identical shielded feeders. In such installations, it is not sufficient to capture the signals of only one feeder cable. All phase conductors must be included in the clamp in order to measure the exact current of one phase. This to excluded minor contact resistance variations. In most cases, next to the three voltage and three current signals, the earthing potential and earthing current is simultaneously captured. This is important to estimate the amount of leaking currents through the shielding and alternative paths.

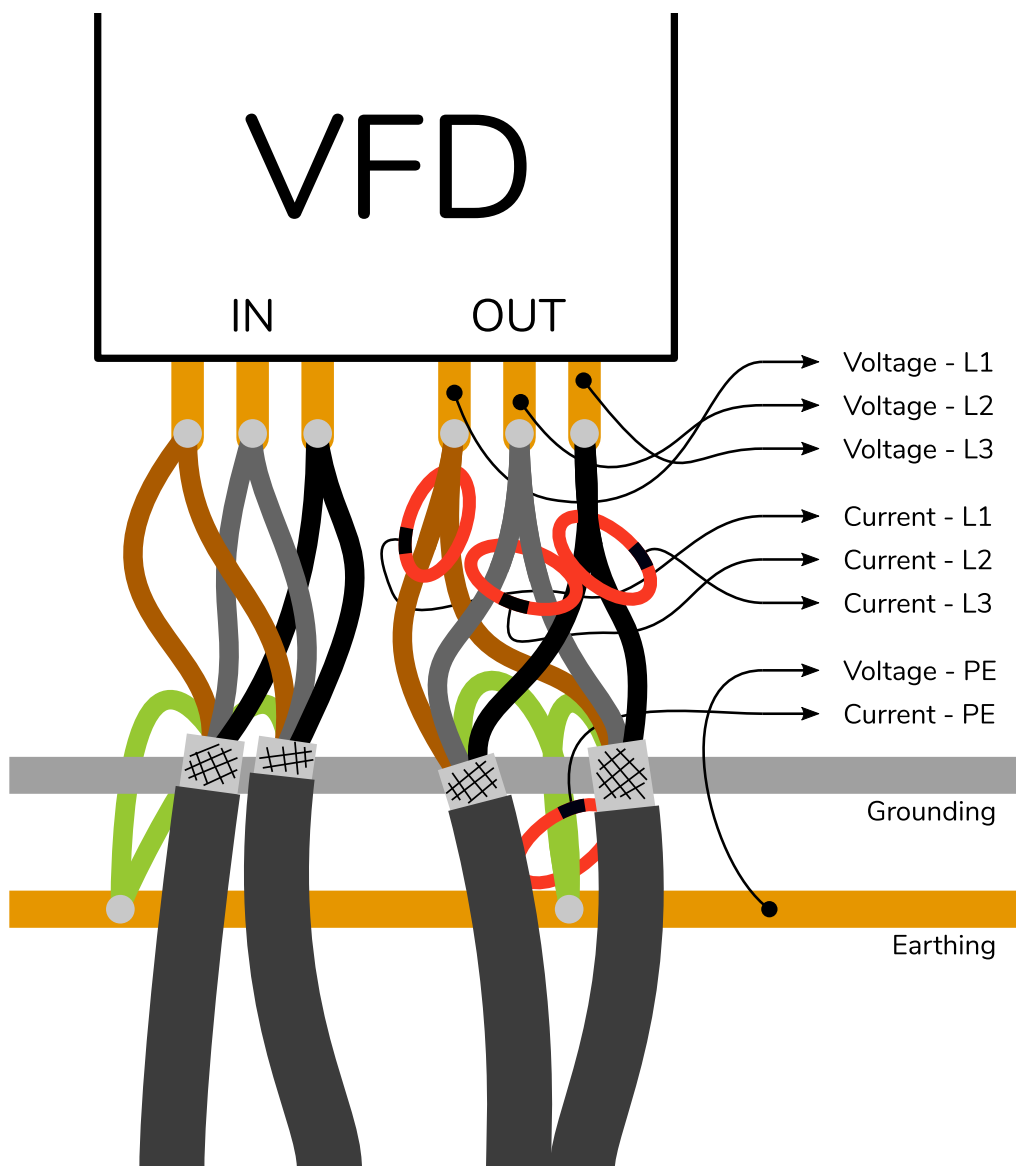
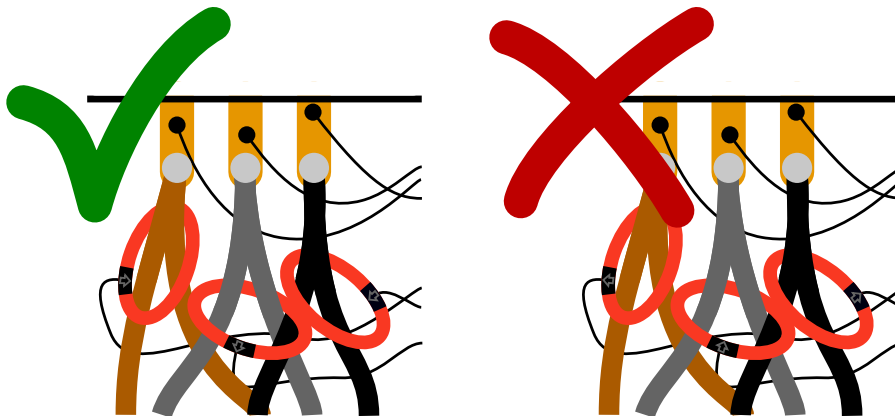


Figure 7: Connection topology at VFD-side

Regarding the current measurements and connecting the current clamps, the following points of attention must always be double checked:

1. Use the previously presented table in order to correctly choose and set the current clamp sensitivity according to the power range of the electric machine. For the i400s clamps, the sensitivity button is no longer accessible during operating. For the i3000s, ensure that the control/power box is still accessible as the power must be switched off until the moment of data acquisition (battery powered sensor).
2. On both the i400s and the i3000s sensors, an arrow of direction is indicating how the clamp should be mounted with respect the phase leads. The arrow must always be pointing in the direction of the cable departing towards the motor. This is illustratively presented in the following figure. The arrow aligns with the direction of active power.



3. When implementing the current clamps on parallel cables, ensure that all the lead wires of the similar phase are all included in the clamp (respecting the proper flow direction). If not possible with the i400s clamp, use the more flexible i3000s flex probes. How closer you mount the clamps towards the VFD bus bars, how easier to connect properly.
4. Be sure that the extension wires are well connected and the test leads are uniformly identified at the outside of the enclosure. This to ensure that the right phase in current can be matched with the proper phase in voltage.
5. When bringing the testing wires out of the enclosure, make sure that they are not squeezed between the door and the enclosure. Usually, a bottom plinth or floor panels can easily be removed in order to bring out the testing leads. This without having a risk of touching any harmful voltage potentials.

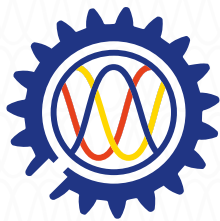


Regarding the connectors and adapters used to capture the voltage signals, three things are of major importance to double check:

1. Be sure that the connector is mounted very firmly to the bus bar, cable shoe or mounting bolt. Motor starting currents generate large magnetic fields in between the conductors, leading to attracting and repulsion forces in between the wires. The small bus bar or cable shoe movements may easily result in losing grip and disconnection. Having no good voltage signal quality may potentially excluded some crucial steps during the diagnostic process.
2. Be sure that the extension wires are well connected and the test leads are uniformly identified at the outside of the enclosure. This to ensure that the right phase in voltage can be matched with the proper phase in current.
3. When bringing the testing wires out of the enclosure, make sure that they are not squeezed between the door and the enclosure. Usually, a bottom plinth or floor panels can easily be removed in order to bring out the testing leads. This without having a risk of touching any harmful voltage potentials.

In general, it is advised to take multiple pictures of the installation and sensor topology/settings so it can be checked visually before performing the actual measurements. This enables a quick troubleshooting walk-through when some signal acquisition problems would pop-up during the acquisition.

**If any problems or questions would immerse during the installation, please do not hesitate to contact ORBITS via Bram Corne ([bram.corne@orbits.be](mailto:bram.corne@orbits.be) or +32 498 08 96 40) or Bram Vervisch ([bram.vervisch@orbits.be](mailto:bram.vervisch@orbits.be) or +32 479 43 16 53).**



## ALGEMENE VOORWAARDEN

### Artikel 1.

In deze algemene voorwaarden wordt begrepen onder: Opdrachtnemer: de vennootschap onder firma "ORBITS", met maatschappelijke zetel te 8510 Kortrijk (Marke), Rekkemsestraat 169, met ondernemingsnummer: 0688.949.428. Opdrachtgever: de natuurlijke persoon of rechtspersoon die aan de opdrachtnemer opdracht heeft gegeven tot het uitvoeren van een opdracht en/of de levering van diensten en/of goederen.

### Artikel 2.

Behalve bijzondere voorwaarden, vermeld op de voorzijde van de offerte of bestelbon en ondertekend voor akkoord door beide partijen, zijn enkel en bij uitsluiting van alle andere, de voorwaarden van toepassing dewelke hieronder zijn vermeld. De toepasselijkheid van eventuele algemene voorwaarden van de opdrachtgever worden uitdrukkelijk uitgesloten. Deze voorwaarden zijn van toepassing op alle overeenkomsten aangegaan door de opdrachtnemer.

### Artikel 3.

Tenzij anders bepaald zijn de offertes slechts geldig tijdens een periode van 30 kalenderdagen. Wijzigingen aangebracht aan de offertes zijn slechts geldig indien zij door de opdrachtnemer schriftelijk werden aanvaard. De offerte is beperkt tot hetgeen daarin uitdrukkelijk is opgenomen. Alle werken die niet in de offerte zijn opgenomen en uitgevoerd werden, zullen extra aangerekend worden. Wijzigingen in de oorspronkelijke offerte, van welke aard ook, door de opdrachtgever aangebracht, die hogere kosten veroorzaken dan waarop bij de prijsopgave kon worden gerekend, zullen door de opdrachtnemer extra in rekening worden gebracht.

### Artikel 4.

Alle rechten met betrekking tot producten van de geest die de opdrachtnemer bij de uitvoering van de opdracht ontwikkelt of gebruikt, zoals onder meer werkwijzen, systemen, systeemontwerpen, computerprogramma's, ..., komen toe aan de opdrachtnemer, voor zover deze niet reeds aan derden toekomen. Het is de opdrachtgever uitdrukkelijk verboden deze producten zoals genoemd al dan niet met inschakeling van derden, aan derden te verstrekken, te verveelvoudigen of te exploiteren, zonder uitdrukkelijke schriftelijke toestemming van de opdrachtnemer.

### Artikel 5.

De overeenkomst komt tot stand op het moment van de schriftelijke acceptatie van het aanbod door de opdrachtgever en het voldoen aan de daarbij gestelde voorwaarden.

### Artikel 6.

Indien de opdrachtgever de opdracht nadien annuleert, is hij gehouden tot een volledige vergoeding van het reeds gepresteerde (alsook de betaling van de eventueel aangeschafte materialen). In geval van annulering is de opdrachtgever een vergoeding verschuldigd van 25% van de overeengekomen prijs, als vergoeding voor de winstderving.

### Artikel 7.

De opdrachtnemer zal de grootst mogelijke zorgvuldigheid in acht nemen bij het in ontvangst nemen en bij de uitvoering van de opdracht. De overeenkomst zal naar best vermogen en te goeder trouw worden uitgevoerd. De opdrachtnemer heeft geen resultaatsverbintenis doch enkel een middelenverbintenis. De geleverde diensten vormen geen verklaring, waarborg of garantie dat de gebeurtenissen zich zullen voordoen in overeenstemming met het advies van de opdrachtnemer. De opdrachtnemer staat niet in voor de (on)kosten en/of de schade die gepaard gaat met het uitvoeren van het advies.

### Artikel 8.

Met het oog op de uitvoering van de verleende opdracht verbindt de opdrachtgever er zich toe tijdig alle nodige informatie en gegevens te verstrekken. De vertraging in de uitvoering van de overeenkomst ontstaat door het niet, niet tijdig of niet behoorlijk ter beschikking stellen van de verlangde gegevens, zijn volledig voor rekening van de opdrachtgever.

### Artikel 9.

De opdrachtnemer is gerechtigd om bij het aangaan van de overeenkomst een voorschot te vragen. De facturatie gebeurt onmiddellijk, volgens de vordering van de werkzaamheden of op het einde van de werkzaamheden, al naargelang de diensten en/of producten voorzien in de offerte.

### Artikel 10.

Elke factuur moet binnen de dertig kalenderdagen na de factuurdatum betaald worden. Indien de betaling niet binnen de gestelde termijn is ontvangen, is van rechtswege en zonder ingebrekestelling een rente verschuldigd van 5% per maand. De opdrachtnemer is tevens gerechtigd om buiten de hoofdsom en rente om, te voorzien in een prijsverhoging van 10% ten titel van schadevergoeding (met een minimum van 125,00 EUR). Bij gebrek aan betaling is de opdrachtnemer eveneens gerechtigd om zonder voorafgaande ingebrekestelling de uitvoering van de opdracht te schorsen en zelfs te annuleren met onmiddellijke ingang zonder een vergoeding verschuldigd te zijn aan de opdrachtgever. Bij niet-tijdige betaling van een factuur zullen alle andere nog niet vervallen schuldvorderingen op de opdrachtgever van rechtswege en zonder voorafgaande ingebrekestelling opeisbaar worden.

### Artikel 11.

De eventueel overeengekomen uitvoeringstermijnen zijn geen fatale termijnen, tenzij uitdrukkelijk anders is overeengekomen. Vertraging in uitvoering kan nooit aanleiding geven tot boete, schadevergoeding of ontbinding van de overeenkomst.

### Artikel 12.

Alle omstandigheden die bij het indienen van de offerte redelijkerwijze onvoorzienbaar waren en onvermijdbaar zijn, en die de uitvoering van de overeenkomst financieel of anderszins zwaarder of moeilijker zouden maken dan normaal voorzien is, zullen worden beschouwd als gevallen van overmacht. Zij geven ons het recht om de herziening of ontbinding van het contract aan te vragen, zonder dat de opdrachtgever enigerlei recht op schadevergoeding van welke aard of hoe genaamd kan doen gelden.

### Artikel 13.

De opdrachtnemer is niet aansprakelijk voor de kosten, schade en interesten die ontstaan als direct of indirect gevolg van overmacht; daden of nalatigheden van de opdrachtgever, zijn ondergeschikten, of andere personen die door of vanwege hem zijn tewerk gesteld of enige andere van buiten afkomende oorzaak. Indien een fout wordt gemaakt doordat de opdrachtgever aan de opdrachtnemer onjuiste of onvolledige informatie heeft verstrekt, is de opdrachtnemer niet aansprakelijk voor de daardoor ontstane schade. De opdrachtnemer is niet aansprakelijk voor enige hinder of schade door het gebruik van internet, voor defect van een systeem, voor outsiders of virussen, noch voor eventueel door derden hierop geplaatste of verwerkte informatie of fraudegevallen vanwege derden. De opdrachtnemer is niet gehouden tot vergoeding van immateriële, indirecte of gevolgschade, zoals, doch niet beperkt tot winstderving, personeelskosten, verlies van een kans, klachten van derden, advocatenkosten.

### Artikel 14.

Elk probleem of klacht betreffende een dienst, gebrek of tekortkoming dient binnen een termijn van 8 kalenderdagen te rekenen vanaf de uitvoering/factuurdatum schriftelijk te worden gemeld aan de opdrachtnemer per aangetekend schrijven. Het bewijs van tijdig protest is ten laste van de opdrachtgever. Klachten schorten de betalingsverplichting van de opdrachtgever niet op en geven geen recht op terugbetaling zolang het protest niet door de opdrachtnemer als gegrond wordt bevonden.

### Artikel 15.

Indien er goederen zouden worden geleverd, blijven deze eigendom van de opdrachtnemer, zolang er geen volledige betaling werd ontvangen met betrekking tot deze goederen. Het risico gaat over op het tijdstip van de levering.

### Artikel 16.

Alle informatie, adviezen, aanbevelingen in rapporten, presentaties of andere mededelingen die de opdrachtnemer verstrekt, zijn uitsluitend bestemd voor intern gebruik van de opdrachtgever. Het is de opdrachtgever niet toegestaan om een rapport, geheel, gedeeltelijk of een samenvatting ervan openbaar te maken behoudens andersluidend schriftelijk akkoord en tenzij de bekendmaking noodzakelijk is op grond van een dagvaarding, wettelijk of rechterlijk bevel. Het is de opdrachtgever niet toegestaan om een rapport zelf te wijzigen of op enigerlei wijze aan te passen.

### Artikel 17.

Alle geschillen die mochten rijzen betreffende het ontstaan, de uitvoering en/of de interpretatie van deze overeenkomst behoren tot de uitsluitende bevoegdheid van de Rechtbanken van het gerechtelijk arrondissement waar de opdrachtnemer zijn zetel heeft, onverminderd ons recht te dagvaarden voor de rechtbanken van de woonplaats van de verweerder. Deze rechtbanken worden door de partijen als de enig bevoegde jurisdicties erkend en aanvaard. Uitsluitend het Belgische recht zal van toepassing zijn.