

Enregistreur et analyseur de mesures d'un réseau électrique de puissance

Spécifications Techniques

Le QualistarPlus C.A 8335 est synonyme de simplicité, performances, polyvalence et puissance d'analyse.

Il offre toutes les fonctionnalités utiles avec les spécifications exigées habituellement réservées à des instruments de laboratoire haut de gamme.

Cet appareil est un instrument idéal pour les ingénieurs et techniciens recherchant toutes les fonctions d'un analyseur de réseau électrique dans un instrument portable fonctionnant sur batterie.

- Affichage en temps réel des formes d'ondes (4 tensions et 4 courants)
- Mesures des tensions et courants efficaces à la $\frac{1}{2}$ période
- Utilisation intuitive
- Reconnaissance automatique des différents types de capteurs de courant
- Prise en compte de toutes les composantes continues
- Mesure, calcul et affichage des harmoniques jusqu'au cinquantième rang, avec leur information de phase
- Calcul des taux de distorsion harmoniques (THD)
- Capture de transitoire à l'échantillon ($1/256^{\text{ème}}$ de période)
- Affichage du diagramme de phase
- Mesure des puissances VA, W et var totale et par phase
- Mesure des énergies VAh, Wh et varh totale et par phase
- Calcul du facteur K
- Calcul du facteur de déplacement de puissance $\cos \varphi$ (DPF) et du facteur de puissance PF
- Captures jusqu'à 300 transitoires
- Calcul du Flicker
- Calcul du déséquilibre (courant et tension)
- Surveillance du réseau électrique avec paramétrage d'alarmes
- Sauvegarde et enregistrement de capture d'écran (image et données)
- Logiciel de rapatriement des données, et de communication en temps réel avec un PC.
- Enregistrement et exportation sur PC.



Analyseur de puissance et d'énergie C.A 8335

1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

1.1. Boîtier

Boîtier :	Coque rigide surmoulée avec un élastomère thermo-adhérent jaune.
Connecteurs :	5 douilles de mesure de tension. 4 connecteurs courant spéciaux (reconnaissance automatique des capteurs ampèremétriques). Un connecteur pour l'alimentation secteur spécifique. Un connecteur pour la liaison USB. Un connecteur pour la carte mémoire SD. Il est situé dans la trappe à l'arrière du C.A 8335, sous les accumulateurs.
Touches :	De fonctions, de navigation et de mode. Utilisation avec des gants prévue.
Anneau métallique :	Situé au dos du C.A 8335. Il permet d'attacher l'appareil avec un cadenas antivol.
Béquille :	Pour maintenir l'appareil en position de 53° par rapport à l'horizontale.
Trappe :	Pour accéder aux accumulateurs à l'arrière de l'appareil.
Dimension :	Totale : 200 x H 250 x P 67 Écran : 320 x 240 pixels 118 mm x H 90 mm diagonale 148 mm
Masse :	1950 g (avec accumulateurs).

1.2. Alimentation

1.2.1. Alimentation secteur

Type :	Alimentation secteur externe spécifique 600 V _{RMS} catégorie IV – 1000 V _{RMS} catégorie III.
Domaine d'utilisation :	230 V ± 10 % @ 50 Hz et 120 V ± 10 % @ 60 Hz.
Puissance Max :	40 VA.

1.2.2. Alimentation batterie

Le C.A 8335 peut s'utiliser sans connexion à l'alimentation secteur. La batterie permet aussi d'utiliser le Qualistar+ en cas de coupures du secteur.

Batterie :	8 accumulateurs rechargeables NiMH
------------	------------------------------------

Capacité :	4000 mAh au minimum
------------	---------------------

Tension nominale :	1,2 V par élément soit 9,6 V au total
--------------------	---------------------------------------

Durée de vie :	500 cycles de recharge-décharge au minimum
----------------	--

Courant de charge :	1 A
---------------------	-----

Temps de charge :	Environ 5 heures
-------------------	------------------

T° d'utilisation :	[0 °C ; 50 °C]
--------------------	----------------

T° de recharge :	[10 °C ; 40 °C]
------------------	-----------------

T° de stockage :	Stockage ≤ 30 jours : [-20 °C ; 50 °C]
------------------	--

stockage de 30 à 90 jours :	[-20 °C ; 40 °C]
-----------------------------	------------------

stockage de 90 jours à 1 an :	[-20 °C ; 30 °C]
-------------------------------	------------------

1.2.3 Consommation

Avec luminosité à 50 % :	300 mA
--------------------------	--------

Mode veille sans affichage :	100 mA
------------------------------	--------

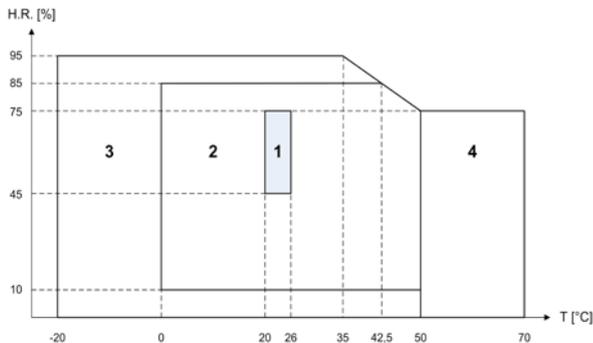
Analyseur de puissance et d'énergie C.A 8335

1.3 Domaine d'utilisation

1.3.1 Conditions d'environnement

1.3.1.1 Climatiques

Les conditions relatives à la température ambiante et à l'humidité sont données par le graphique suivant :



1 = Domaine de référence.

2 = Domaine d'utilisation

Attention : au delà de 40 °C l'utilisation de l'appareil doit se faire « batterie seule » **OU** « bloc secteur externe spécifique seul » - l'utilisation de l'appareil avec simultanément la batterie **ET** le bloc secteur externe spécifique est **proscrite**.

3 = Domaine de stockage avec accumulateurs.

4 = Domaine de stockage sans accumulateurs.

1.3.1.2 Altitude

Utilisation : [0 m ; 2 000 m]

Stockage : [0 m ; 10 000 m]

1.3.2 Conditions mécaniques

Selon l'IEC 61010-1 le C.A 8335 est considéré comme un **APPAREIL PORTATIF (A MAIN)**.

- Position de fonctionnement : indifférente.
- Position de référence en fonctionnement : sur un plan horizontal, posé sur sa béquille ou à plat.
- Rigidité (IEC 61010-1) : force de 30 N appliquée à toute partie de l'enveloppe l'appareil étant maintenu (l'essai est effectué à 40 °C).
- Chute (IEC 61010-1) : 1 m dans la position supposée la plus sévère ; la sanction de la chute est : pas de dégradation mécanique permanente et pas de dégradation fonctionnelle.
- Étanchéité : IP 50 selon NF EN 60529 A1 (IP2X électrique pour les bornes).

1.3.3 Compatibilité électromagnétique

1.3.3.1 Immunité selon NF EN 61326 - 1 A3

- Tenue aux décharges électrostatiques (selon IEC 61000-4-2)
 - 1^{er} niveau : Sévérité : 4 kV au contact
Sanctions : CRITERE A
 - 2nd niveau : Sévérité : 8 kV dans l'air
Sanctions : CRITERE A

- Tenue aux champs rayonnés (selon IEC 61000-4-3 et IEC 61000-4-8)
 - Sévérité : 10 V.m⁻¹
 - Sanctions : CRITERE B (THD_A altéré sur la chaîne Rogowsky)
- Tenue aux transitoires rapides (selon IEC 61000-4-4)
 - Sévérité :
 - 2 kV sur les entrées tensions et sur l'alimentation
 - 1 kV sur les entrées courants
 - Sanctions : CRITERE A
- Tenue aux chocs électriques (selon IEC 61000-4-5)
 - Sévérité :
 - 2 kV sur les entrées tensions en mode différentiel
 - 1 kV sur les entrées tensions en mode commun
 - Sanctions : CRITERE A
- Perturbations RF conduites (selon IEC 61000-4-6)
 - Sévérité : 3 V sur les entrées tensions et sur l'alimentation
 - Sanctions : CRITERE A
- Interruption de tension (selon IEC 61000-4-11)
 - Sévérité : 100 % de perte sur une période de l'alimentation
 - Sanctions : CRITERE A

1.3.3.2 Émission selon NF EN 61326 - 1 A3

- Matériel de classe A (sans alimentation – bloc secteur).
- Matériel de classe B (avec alimentation – bloc secteur – le fil du bloc est en cause).

1.4 Sécurité de l'utilisateur

- Application des règles de sécurité selon IEC 61010-1. (Isolation des entrées tensions par impédances de protection).
- Type de pollution 2.
- Catégorie d'installation IV* et tension de service 600 V_{RMS}.
- Double isolement sur les E/S par rapport à la terre (symbole .
- Double isolement entre les entrées tensions, l'alimentation et les autres E/S (symbole .
- Utilisation en intérieur

(* **Attention** : la tension assignée et la catégorie de mesure de l'ensemble « appareil + capteur de courant » peuvent différer des caractéristiques de l'appareil seul.

- l'utilisation des Amp**FLEX**[™], des Mini**FLEX** et pinces C maintient l'ensemble « appareil + capteur de courant » à **600 V catégorie IV** ou **1000 V catégorie III**.
- l'utilisation des pinces PAC, MN93 et MN93A dégrade l'ensemble « appareil + capteur de courant » à **300 V catégorie IV** ou **600 V catégorie III**.
- l'utilisation du boîtier adaptateur 5 A dégrade l'ensemble « appareil + capteur de courant » à **150 V catégorie IV** ou **300 V catégorie III**.

2. CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES

2.1 Conditions de référence

Ce tableau donne les conditions de références des grandeurs à utiliser par défaut dans les caractéristiques données au §2.2.4.

Grandeur d'influence	Conditions de référence
Température ambiante	23 °C ± 3 K
Taux d'humidité (humidité relative)	[45 % ; 75 %]
Pression atmosphérique	[860 hPa ; 1060 hPa]
Tension simple	[50 V _{RMS} ; 1000 V _{RMS}] sans DC (< 0,5 %)
Tension d'entrée du circuit courant standard	[30 mV _{RMS} ; 1 V _{RMS}] sans DC (< 0,5 %) N.B. $I_{nom} \Leftrightarrow 1 V_{RMS}$ et $3 \times I_{nom} \div 100 \Leftrightarrow 30 mV_{RMS}$
Tension d'entrée du circuit courant Rogowski	[11,73 mV _{RMS} ; 117,3 mV _{RMS}] sans DC (< 0,5 %)
Fréquence du réseau électrique	$I_{nom} \Leftrightarrow 117,3 mV_{RMS}$ à 50 Hz $I_{nom} \div 10 \Leftrightarrow 11,73 mV_{RMS}$ à 50 Hz
Déphasage	50 Hz ± 0,1 Hz et 60 Hz ± 0,1 Hz
Harmoniques	0° (puissance active) et 90° (puissance réactive)
Déséquilibre en tension	< 0,1 %
	< 10 %

2.2 Caractéristiques électriques

2.2.1 Caractéristiques de l'entrée tension

Domaine d'utilisation :	0 V _{RMS} à 1000 V _{RMS} AC+DC phase-neutre et neutre-terre
	0 V _{RMS} à 2000 V _{RMS} AC+DC phase-phase
	(à condition de respecter, en catégorie III, les 1000 V _{RMS} par rapport à la terre)
Impédance d'entrée :	969 kΩ (entre phase et neutre et entre neutre et terre)
Surcharge admissible :	1,2 x V _{nom} en permanence
	2 x V _{nom} pendant une seconde.

2.2.2 Caractéristiques de l'entrée courant

Domaine de fonctionnement:	[0 V ; 1 V]
Impédance d'entrée :	1 MΩ.
Surcharge admissible :	1,7 V.

La configuration Amp**FLEX**[™] commute l'entrée courant sur un montage intégrateur (chaîne 'Rogowski') capable d'interpréter les signaux délivrés par les capteurs du même nom. L'impédance d'entrée est ramenée dans ce cas à 12,4 kΩ.

2.2.3 Bande passante

Voies de mesure :	256 points par période, soit :
	Pour 50 Hz : 6,4 kHz (256 × 50 ÷ 2).
	Pour 60 Hz : 7,68 kHz (256 × 60 ÷ 2).
Analogique à -3 dB :	> à 10 kHz.

2.2.4 Caractéristiques de l'appareil seul

(hors capteur de courant)

Les données qui suivent correspondent au cas des 'capteurs de courant idéaux' (linéarité parfaite et aucun déphasage). Les caractéristiques en courant (et grandeurs dérivées) sont spécifiées respectivement pour chacune des deux configurations : « hors Amp**FLEX**[™] & Mini**FLEX** » et « Amp**FLEX**[™] & Mini**FLEX** ».

Analyseur de puissance et d'énergie C.A 8335

Mesure		Étendue de mesure		Résolution d'affichage	Erreur maximale dans le domaine de référence
		Minimum	Maximum		
Fréquence		40 Hz	69 Hz	0,01 Hz	±(1 pt)
Tension simple TRMS		10 V	1000 V ⁽¹⁾	0,1 V V < 1000 V	±(0,5 % + 2 pts)
				1 V V ≥ 1000 V	±(0,5 % + 1 pt)
Tension composée TRMS		10 V	2000 V ⁽²⁾	0,1 V V < 1000 V	±(0,5 % + 2 pts)
				1 V V ≥ 1000 V	±(0,5 % + 1 pt)
Tension continue		10 V	1000 V	0,1 V V < 1000 V	±(1 % + 5 pts)
				1 V V ≥ 1000 V	±(1 % + 1 pt)
Courant TRMS	Hors AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	I _{nom} ÷ 1000 [A]	1,2 × I _{nom} [A]	0,1 A I < 1000 A	±(0,5 % + 2 pts)
				1 A I ≥ 1000 A	±(0,5 % + 1 pt)
	AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	10 A	6500 A	0,1 A I < 1000 A	±(0,5 % + 1 A)
1 A I ≥ 1000 A					
Courant continu		1 A	1200 A ⁽³⁾	0,1 A I < 1000 A	±(1 % + 1 A)
				1 A I ≥ 1000 A	
Courant Peak	Hors AmpFLEX™ & MiniFLEX	I _{nom} ÷ 1000 [A]	1,7 × I _{nom} [A] ⁽⁴⁾	0,1 A I < 1000 A	±(1 % + 1 A)
	AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	10 A	9190 A ⁽⁵⁾	1 A I ≥ 1000 A	
Courant TRMS demi-période ⁽⁷⁾	Hors AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	I _{nom} ÷ 100 [A]	1,2 × I _{nom} [A]	0,1 A I < 1000 A	±(1 % + 1 A)
				1 A I ≥ 1000 A	
	AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	100 A	6500 A	0,1 A I < 1000 A	±(1,5 % + 4 A)
1 A I ≥ 1000 A					
Tension simple Peak		10 V	1414 V ⁽⁶⁾	0,1 V V < 1000 V	±(1 % + 1 V)
				1 V V ≥ 1000 V	
Tension composée Peak		10 V	2828 V ⁽⁷⁾	0,1 V U < 1000 V	±(1 % + 1 V)
				1 V U ≥ 1000 V	

(1) En 1000 V_{RMS} catégorie III, à condition que les tensions entre chacune des bornes et la terre n'excèdent pas 1000 V_{RMS}.

(2) En diphasé (phases en opposition) – même remarque que pour (1).

(3) Limitation de la pince PAC.

$$(4) 1,2 \times I_{nom} \times \sqrt{2} = 1,7 \times I_{nom}$$

$$(5) 6500 \times \sqrt{2} = 9190$$

$$(6) 1000 \times \sqrt{2} = 1414$$

$$(7) 2000 \times \sqrt{2} = 2828$$

Analyseur de puissance et d'énergie C.A 8335

Mesure		Étendue de mesure		Résolution d'affichage	Erreur maximale dans le domaine de référence
		Minimum	Maximum		
Tension simple TRMS demi-période ⁽³⁾		10 V	1000 V ⁽¹⁾	0,1 V V < 1000 V	±(0,8 % + 1 V)
				1 V V ≥ 1000 V	
Tension composée TRMS demi-période ⁽³⁾		10 V	2000 V ⁽²⁾	0,1 V U < 1000 V	±(0,8 % + 1 V)
				1 V U ≥ 1000 V	
Facteur de crête		1	3,99	0,01	±(1 % + 2 pts)
		4	9,99	0,01	±(5 % + 2 pts)
Puissance active	Hors AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	0 W	9999 kW	1 V U ≥ 1000 V	±(1 %) Cos φ ≥ 0,8
	AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX				±(1,5 % + 10 pts) 0,2 ≤ Cos φ < 0,8
Puissances réactives inductive & capacitive	Hors AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	0 VAR	9999 kVAR	4 digits	±(1 %) Sin φ ≥ 0,5
	AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX				±(1,5 % + 10 pts) 0,2 ≤ Sin φ < 0,5
Puissance apparente	Hors AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	0 VA	9999 kVA	4 digits	±(1,5 %) Sin φ ≥ 0,5
					AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX
Facteur de puissance		-1	1	0,001	±(1,5 %) Cos φ ≥ 0,5
					±(1,5 % + 10 pts) 0,2 ≤ Cos φ < 0,5

(1) En 1000 V_{RMS} catégorie III, à condition que les tensions entre chacune des bornes et la terre n'excèdent pas 1000 V_{RMS}

(2) En diphasé (phases en opposition) – même remarque que pour (1).

(3) **Attention** : La valeur absolue de l'offset ne doit pas dépasser 95% de l'amplitude crête.

Autrement dit, $s(t) = S \times \sin(\omega t) + O$, nous aurons donc $|O| \leq 0,95 \times S$ (avec S positive).

Les valeurs MAX et MIN du mode forme d'onde et les valeurs V_{RMS} et A_{RMS} (hors voies neutres) des modes Alarme et Courant d'appel sont des valeurs demi-période.

Remarque : les incertitudes données sur les mesures de puissance et d'énergie sont maximales pour $|\cos \phi| = 1$ ou $|\sin \phi| = 1$ et sont typiques pour les autres déphasages.

Analyseur de puissance et d'énergie C.A 8335

Mesure		Étendue de mesure		Résolution d'affichage	Erreur maximale dans le domaine de référence
		Minimum	Maximum		
Énergie active	Hors AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	0 Wh	9999 MWh	4 digits	±(1 %) Cos $\phi \geq 0,8$
	AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	0 Wh	9999 MWh	4 digits	±(1,5 %) $0,2 \leq \text{Cos } \phi < 0,8$
	Hors AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	0 Wh	9999 MWh	4 digits	±(1 %) Cos $\phi \geq 0,8$
	AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	0 Wh	9999 MWh	4 digits	±(1,5 %) $0,5 \leq \text{Cos } \phi < 0,8$
Énergies réactives inductive & capacitive	Hors AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	0 VARh	9999 MVARh	4 digits	±(1 %) Sin $\phi \geq 0,5$
	AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	0 VARh	9999 MVARh	4 digits	±(1,5 %) $0,2 \leq \text{Sin } \phi < 0,5$
	Hors AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	0 VARh	9999 MVARh	4 digits	±(1,5 %) Sin $\phi \geq 0,5$
	AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX	0 VARh	9999 MVARh	4 digits	±(2,5 %) $0,2 \leq \text{Sin } \phi < 0,5$
Énergie apparente		0 VAh	9999 MVAh	4 digits	±(1 %)
Déphasage		-179°	180°	1°	±(2°)
Tangente VA ≥ 50 VA		-32.76	32.76	0.001 Tan $\phi < 10$ 0.01 Tan $\phi \geq 10$	±(1°) sur ϕ
Facteur de déplacement (DPF)		-1	1	0.001	±(1°) sur ϕ & ±(5 pts) sur DPF
Taux harmoniques rang $\in [1 ; 50]$ ($V_{\text{RMS}} > 50$ V)		0 %	999,9 %	0,1 %	±(1 % + 5 pts)
Hors AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX ($I_{\text{RMS}} > 3 \times I_{\text{nom}} \div 100$)					
AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX ($I_{\text{RMS}} > I_{\text{nom}} \div 10$)					
Angles harmoniques ($V_{\text{RMS}} > 50$ V)		-179°	180°	1°	±(3°) rang $\in [1 ; 25]$
Hors AmpFLEX™ & Mini-AmpFLEX ($I_{\text{RMS}} > 3 \times I_{\text{nom}} \div 100$)					
AmpFLEX™ & Mini -AmpFLEX ($I_{\text{RMS}} > I_{\text{nom}} \div 10$)					
Taux global harmonique (THD ou THD-F) rang ≤ 50		0 %	999,9 %	0,1 %	±(1 % + 5 pts)
Facteur de distorsion (DF ou THD-R) rang ≤ 50		0 %	999,9 %	0,1 %	±(1 % + 10 pts)
Facteur K		1	99,99	0,01	±(5 %)
Déséquilibre (réseau triphasé)		0 %	100 %	0,1 %	±(1 %)

Analyseur de puissance et d'énergie C.A 8335

2.2.5 Caractéristiques des capteurs de courant (après linéarisation)

Les erreurs des capteurs sont compensées par une correction typique à l'intérieur de l'appareil. Cette correction typique se fait en phase et en amplitude en fonction du type de capteur branché (automatiquement détecté) et du gain de la chaîne d'acquisition courant sollicité.

L'erreur de mesure en courant RMS et l'erreur de phase correspondent à des erreurs supplémentaires (il faut donc les ajouter à celles de l'appareil) données comme influences sur les calculs réalisés par l'analyseur (puissances, énergies, facteurs de puissance, tangentes, ...).

Type de capteur	Courant TRMS	Erreur maximale sur I_{RMS}	Erreur maximale sur ϕ
Pince PAC93 1000 A	[1 A ; 10 A]	$\pm(1,5 \% + 1 \text{ A})$	N.S.
	[10 A ; 100 A]		$\pm(2^\circ)$
	[100 A ; 800 A]	$\pm(3 \%)$	$\pm(1,5^\circ)$
	[800 A ; 1200 A]	$\pm(5 \%)$	
Pince C193 1000 A	[1 A ; 3 A]	$\pm(0,8 \%)$	N.S.
	[3 A ; 10 A]		$\pm(1^\circ)$
	[10 A ; 100 A]	$\pm(0,3 \%)$	$\pm(0,5^\circ)$
	[100 A ; 1200 A]	$\pm(0,2 \%)$	$\pm(0,3^\circ)$
AmpFLEX™ A193 6500 A	[10 A ; 100 A]	$\pm(3 \%)$	$\pm(1^\circ)$
	[100 A ; 6500 A]	$\pm(2 \%)$	$\pm(0,5^\circ)$
Mini-AmpFlex MA193 6500 A	[10 A ; 100 A]	$\pm(3 \%)$	$\pm(1^\circ)$
	[100 A ; 6500 A]	$\pm(2 \%)$	$\pm(0,5^\circ)$
Pince MN93 200 A	[0,5 A ; 2 A]	$\pm(3 \% + 1 \text{ A})$	N.S.
	[2 A ; 10 A]		$\pm(6^\circ)$
	[10 A ; 100 A]	$\pm(2,5 \% + 1 \text{ A})$	$\pm(3^\circ)$
	[100 A ; 240 A]	$\pm(1 \% + 1 \text{ A})$	$\pm(2^\circ)$
Pince MN93A 100 A	[100 mA ; 300 mA]	$\pm(0,7 \% + 2 \text{ mA})$	N.S.
	[300 mA ; 1 A]		$\pm(1,5^\circ)$
	[1 A ; 120 A]	$\pm(0,7 \%)$	$\pm(0,7^\circ)$
Pince MN93A 5 A	[5 mA ; 50 mA]	$\pm(1 \% + 0,1 \text{ mA})$	$\pm(1,7^\circ)$
	[50 mA ; 500 mA]	$\pm(1 \%)$	$\pm(1^\circ)$
	[500 mA ; 6 A]	$\pm(0,7 \%)$	
Adaptateur 5 A	[5 mA ; 50 mA]	$\pm(1 \%)$	$\pm(1^\circ)$
	[50 mA ; 6 A]	$\pm(0,5 \%)$	$\pm(0^\circ)$

N.S. signifie « Non Spécifiée »

3. FORMULES

Ce chapitre présente les formules mathématiques utilisées pour le calcul des différents paramètres pour le C.A 8335.

3.1 Formules mathématiques

3.1.1 Fréquence du réseau et échantillonnage

L'échantillonnage est asservi sur la fréquence du réseau pour obtenir 256 échantillons par période de 40Hz à 70Hz. L'asservissement est indispensable pour les calculs de puissance réactive, de déséquilibre ainsi que des taux et angles harmoniques.

La mesure de fréquence est déterminée en analysant sept passages par zéro positifs et consécutifs sur la première voie tension (V1) ou sur la première voie courant (I1) après filtrage numérique passe-bas et suppression numérique de la composante continue.

La mesure temporelle précise du point de passage par zéro est réalisée par interpolation linéaire entre deux échantillons pour atteindre une résolution meilleure que 0.002%.

L'acquisition des signaux est réalisée avec un convertisseur 16 bits et (dans le cas de l'acquisition des courants) des commutations dynamiques de gain.

3.1.2 Valeurs efficaces des tensions et courants demi-période (hors neutre)

Tension simple efficace demi-période phase i + 1

$$V_{dem}[i] = \sqrt{\frac{1}{NechDemPer} \cdot \sum_{n:Zéro}^{Zéro\ suivant} V[i][n]^2}$$

Tension composée efficace demi-période phase i + 1

$$U_{dem}[i] = \sqrt{\frac{1}{NechDemPer} \cdot \sum_{n:Zéro}^{Zéro\ suivant} U[i][n]^2}$$

Courant efficace demi-période phase i + 1

$$A_{dem}[i] = \sqrt{\frac{1}{NechDemPer} \cdot \sum_{n:Zéro}^{Zéro\ suivant} A[i][n]^2}$$

Remarque : ces valeurs sont calculées pour chaque demi-période pour ne manquer aucun défaut.

3.1.3 Valeurs efficaces demi-période minimales et maximales (hors neutre)

$$V_{max}[i] = \max(V_{dem}[i]), \quad V_{min}[i] = \min(V_{dem}[i])$$

$$U_{max}[i] = \max(U_{dem}[i]), \quad U_{min}[i] = \min(U_{dem}[i])$$

$$A_{max}[i] = \max(A_{dem}[i]), \quad A_{min}[i] = \min(A_{dem}[i])$$

3.1.4 Flicker pour les tensions (hors neutre)

Méthode inspirée de la norme CEI 61000 - 4 - 15.

Les valeurs d'entrée sont les tensions simples demi-période. Les blocs 3 et 4 sont réalisés de façon numérique. Le classificateur du bloc 5 comporte 128 niveaux.

Les valeurs $V_{flk}[i]$ sont actualisées toutes les 10 minutes.

3.1.5 Valeurs peak pour les tensions et les courants

$i = 3 \Leftrightarrow$ neutre – sauf pour U_{pp} et U_{pm}

$$V_{pp}[i] = \max(V[i][n]), \quad V_{pm}[i] = \min(V[i][n]) \quad n \in [0..NECHPER-1]$$

$$U_{pp}[i] = \max(U[i][n]), \quad U_{pm}[i] = \min(U[i][n]) \quad n \in [0..NECHPER-1]$$

$$A_{pp}[i] = \max(A[i][n]), \quad A_{pm}[i] = \min(A[i][n]) \quad n \in [0..NECHPER-1]$$

3.1.6 Facteurs de crête pour les tensions (hors neutre)

Facteur de crête tension simple phase i+1

$$V_{cf}[i] = \frac{\max(V_{pp}[i] \cdot V_{pm}[i])}{\sqrt{\frac{1}{NECHPER} \cdot \sum_{n=0}^{NECHPER-1} V[i][n]^2}}$$

Facteur de crête tension composée phase i+1

$$U_{cf}[i] = \frac{\max(U_{pp}[i] \cdot U_{pm}[i])}{\sqrt{\frac{1}{NECHPER} \cdot \sum_{n=0}^{NECHPER-1} U[i][n]^2}}$$

Facteur de crête courant phase i+1

$$A_{cf}[i] = \frac{\max(A_{pp}[i] \cdot A_{pm}[i])}{\sqrt{\frac{1}{NECHPER} \cdot \sum_{n=0}^{NECHPER-1} A[i][n]^2}}$$

3.1.7 Valeurs efficaces 1s des tensions et courants

$(i = 3 \Leftrightarrow$ neutre – sauf pour U_{rms})

Tension simple efficace i + 1

$$V_{rms}[i] = \sqrt{\frac{1}{NechSec} \cdot \sum_{n=0}^{NechSec-1} V[i][n]^2}$$

Analyseur de puissance et d'énergie C.A 8335

Tension composée efficace phase $i + 1$

$$U_{rms}[i] = \sqrt{\frac{1}{NechSec} \cdot \sum_{n=0}^{NechSec-1} U[i][n]^2}$$

Courant efficace phase $i + 1$

$$A_{rms}[i] = \sqrt{\frac{1}{NechSec} \cdot \sum_{n=0}^{NechSec-1} A[i][n]^2}$$

NechSec : Nombre d'échantillons dans la seconde

3.1.8 Déséquilibres tensions et courant

Ils sont calculés à partir des valeurs filtrées (1 s) VFrms et AFrms (idéalement le fondamental des signaux).

(opérations vectorielles par notation complexe avec : $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$)

$$V_{rms+} = \frac{1}{3}(VFrms[0] + a \cdot VFrms[1] + a^2 \cdot VFrms[2]) \text{ tension directe}$$

$$V_{rms-} = \frac{1}{3}(VFrms[0] + a^2 \cdot VFrms[1] + a \cdot VFrms[2]) \text{ tension inverse}$$

$$V_{unb} = \frac{|V_{rms-}|}{|V_{rms+}|}, A_{unb} = \frac{|A_{rms-}|}{|A_{rms+}|}$$

3.1.9 Calculs harmoniques (hors neutre)

Ils sont faits par FFT (16 bits) 1024 points sur quatre périodes sans fenêtrage (cf CEI 1000-4-7). A partir des parties réelles b_k et imaginaires a_k , on calcule les taux pour chaque rang et pour chaque phase Vharm[3][51], Uharm[3][51] et Aharm[3][51] par rapport à la valeur fondamentale et les angles Vph[3][51], Uph[3][51] et Aph[3][51] par rapport au fondamental.

Ce calcul est réalisé selon le principe suivant :

$$\text{Module en \% } \text{mod}_k = \frac{C_k}{C_1} \times 100$$

$$\text{Angle en degré } \varphi_k = \arctan\left(\frac{a_k}{b_k}\right)$$

$$\text{avec } \begin{cases} C_k = |b_k + ja_k| = \sqrt{a_k^2 + b_k^2} \\ b_k = \frac{1}{512} \sum_{s=0}^{1024} F_s \times \sin\left(\frac{k\pi}{512} s + \varphi_k\right) \\ a_k = \frac{1}{512} \sum_{s=0}^{1024} F_s \times \cos\left(\frac{k\pi}{512} s + \varphi_k\right) \\ C_0 = \frac{1}{1024} \sum_{s=0}^{1024} F_s \end{cases}$$

C_k : amplitude de la composante avec une fréquence

$$f_k = \frac{k}{4} f_1$$

F_s : signal échantillonné

C_0 : composante continue

K : nombre ordinal (rang de la raie spectrale)

3.1.10 Distorsions harmoniques (hors neutre)

Deux valeurs globales donnant la quantité relative des harmoniques sont calculées : le THD en proportion du fondamental et le DF en proportion de la valeur RMS.

$$V_{thd}[i] = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} V_{harm}[i][n]^2}}{V_{harm}[i][1]}, U_{thd}[i] = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} U_{harm}[i][n]^2}}{U_{harm}[i][1]}, A_{thd}[i] = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} A_{harm}[i][n]^2}}{A_{harm}[i][1]}$$

$$V_{df}[i] = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} V_{harm}[i][n]^2}}{V_{rms}[i]}, U_{df}[i] = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} U_{harm}[i][n]^2}}{U_{rms}[i]}, A_{df}[i] = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} A_{harm}[i][n]^2}}{A_{rms}[i]}$$

En multipliant les taux harmoniques tensions avec les taux des harmoniques courants, on calcule les taux harmoniques puissances. En différenciant les angles harmoniques tension avec les angles harmoniques courant, on calcule les angles harmoniques puissance.

$$VA_{harm}[3][51], VA_{ph}[3][51]$$

3.1.11 Facteur K

Facteur K pour la phase $i + 1$

$$A_{kf}[i] = \frac{\sum_{n=1}^{n=50} n^2 \cdot A_{harm}[i][n]^2}{\sum_{n=1}^{n=50} A_{harm}[i][n]^2}$$

3.1.12 Différentes puissances 1s (hors neutre)

Puissance active phase $i + 1$

$$W[i] = \frac{1}{NechSec} \cdot \sum_{n=0}^{NechSec-1} V[i][n] \cdot A[i][n]$$

Puissance apparente phase $i + 1$

$$VA[i] = V_{rms}[i] \cdot A_{rms}[i]$$

Puissance réactive phase $i + 1$

$$VAR[i] = \frac{1}{NechSec} \cdot \sum_{n=0}^{NechSec-1} VF[i][n] \cdot NECHPER/4 \cdot AF[i][n]$$

ou $VAR[i] = \sqrt{VA[i]^2 - W[i]^2}$ si méthode de calcul avec harmoniques.

Les puissances réactives sont calculées en utilisant les signaux filtrés (sans harmoniques) conformément aux prescriptions d'EDF ou à partir des énergies apparentes et actives (avec harmoniques). Le choix de calcul est laissé à l'utilisateur.

Puissance active totale

$$W[3] = W[0] + W[1] + W[2]$$

Puissance apparente totale

$$VA[3] = VA[0] + VA[1] + VA[2]$$

Puissance réactive totale

$$VAR[3] = VAR[0] + VAR[1] + VAR[2]$$

Analyseur de puissance et d'énergie C.A 8335

3.1.13 Différents taux (hors neutre)

$$PF[i] = \frac{W[i]}{VA[i]} \quad \text{Facteur de puissance phase } i + 1$$

$$DPF[i] = \cos(\phi[i]) \quad \text{Facteur de déplacement phase } i + 1$$

$$\tan[i] = \tan(\phi[i]) \quad \text{Tangente phase } i + 1$$

Cosinus angle entre fondamentale tension et courant phase $i + 1$

$$\cos(\phi[i]) = \frac{\sum_{n=0}^{NechSec-1} VF[i][n] \cdot AF[i][n]}{\sqrt{\sum_{n=0}^{NechSec-1} VF[i][n]^2} \cdot \sqrt{\sum_{n=0}^{NechSec-1} AF[i][n]^2}}$$

$$PF[3] = \frac{PF[0] + PF[1] + PF[2]}{3} \quad \text{Facteur de puissance total}$$

$$DPF[3] = \frac{DPF[0] + DPF[1] + DPF[2]}{3} \quad \text{Facteur de déplacement total}$$

$$\tan[3] = \frac{\tan[0] + \tan[1] + \tan[2]}{3} \quad \text{Tangente totale}$$

3.1.14 Différentes énergies (hors neutre)

- 1^{er} cas : énergies consommées ($W[i] \geq 0$)

Énergie active consommée phase $i + 1$

$$Wh[0][i] = \sum_{\text{tint}} \frac{W[i]}{3600}$$

Énergie apparente consommée phase $i + 1$

$$VAh[0][i] = \sum_{\text{tint}} \frac{VA[i]}{3600}$$

Énergie réactive inductive consommée phase $i + 1$

$$VARhL[0][i] = \sum_{\text{tint}} \frac{VAR[i]}{3600} \text{ pour } VAR[i] \geq 0$$

Énergie réactive capacitive consommée phase $i + 1$

$$VARhC[0][i] = \sum_{\text{tint}} \frac{-VAR[i]}{3600} \text{ pour } VAR[i] \leq 0$$

Énergie active consommée totale

$$Wh[0][3] = Wh[0][0] + Wh[0][1] + Wh[0][2]$$

Énergie apparente consommée totale

$$VAh[0][3] = VAh[0][0] + VAh[0][1] + VAh[0][2]$$

Énergie réactive capacitive consommée totale

$$VARhC[0][3] = VARhC[0][0] + VARhC[0][1] + VARhC[0][2]$$

Énergie réactive inductive consommée totale

$$VARhL[0][3] = VARhL[0][0] + VARhL[0][1] + VARhL[0][2]$$

- 2nd cas : énergies générées ($W[i] < 0$)

Énergie active générée phase $i + 1$

$$Wh[1][i] = \sum_{\text{tint}} \frac{W[i]}{3600}$$

Énergie apparente générée phase $i + 1$

$$VAh[1][i] = \sum_{\text{tint}} \frac{VA[i]}{3600}$$

Énergie réactive inductive générée phase $i + 1$

$$VARhL[1][i] = \sum_{\text{tint}} \frac{-VAR[i]}{3600} \text{ pour } VAR[i] \leq 0$$

Énergie réactive capacitive générée phase $i + 1$

$$VARhC[1][i] = \sum_{\text{tint}} \frac{VAR[i]}{3600} \text{ pour } VAR[i] \geq 0$$

Énergie active générée totale

$$Wh[1][3] = Wh[1][0] + Wh[1][1] + Wh[1][2]$$

Énergie apparente générée totale

$$VAh[1][3] = VAh[1][0] + VAh[1][1] + VAh[1][2]$$

Énergie réactive capacitive générée totale

$$VARhC[1][3] = VARhC[1][0] + VARhC[1][1] + VARhC[1][2]$$

Énergie réactive inductive générée totale

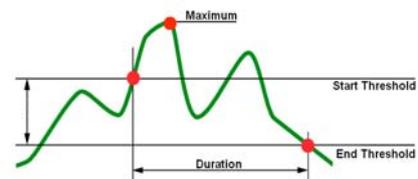
$$VARhL[1][3] = VARhL[1][0] + VARhL[1][1] + VARhL[1][2]$$

3.2 Hystérésis

L'hystérésis est un principe de filtrage fréquemment utilisé après un étage de détection de seuil, en mode Alarme. Un réglage correct de la valeur d'hystérésis évite un changement d'état répété lorsque la mesure oscille autour du seuil.

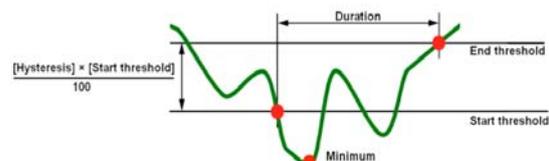
3.2.1 Détection de surtension

Pour un hystérésis de 2 % par exemple, le niveau de retour pour une détection de surtension sera égal à (100 % - 2 %), soit 98 % de la tension de seuil de référence.



3.2.2 Détection de sous-tension ou d'interruption

Pour un hystérésis de 2 % par exemple, le niveau de retour dans le cadre d'une détection de sous-tension sera égal à (100 % + 2 %) soit 102 % de la tension de seuil Uref.



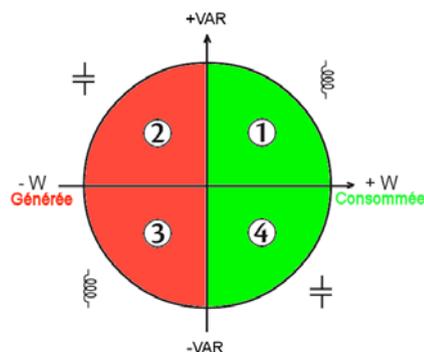
Analyseur de puissance et d'énergie C.A 8335

3.3 Valeurs d'échelle minimales et valeurs minimales affichées dans le mode Formes d'onde

Type de capteur de courant	Valeur minimale de courant affichée [A]	Valeur d'échelle minimale en courant [A]
Amp FLEX [™] 6500 A	30	60
Mini-Amp FLEX 6500 A	30	60
Pince PAC93 1000 A	1	10
Pince C193 1000 A	0.5	10
Pince MN93 200 A	0.5	2
Pince MN93A 100 A	0.2	1
Pince MN93A probe 5 A	$(\text{Primaire} \times 5) \div (\text{Secondaire} \times 1000)$	$(\text{Primaire} \times 5 \times 10) \div (\text{Secondaire} \times 1000)$
Adaptateur 5 A	$(\text{Primaire} \times 5) \div (\text{Secondaire} \times 1000)$	$(\text{Primaire} \times 5 \times 10) \div (\text{Secondaire} \times 1000)$

3.4 Diagramme des 4 quadrants

Ce diagramme est utilisé dans le cadre de la mesure des puissances et des énergies **W**.



3.5 Valeurs de demi-tubes pour la capture de transitoires

Seuil	100 %	50 %	20 %	10 %	5 %	2 %	1 %	Type
Demi-largeur du tube (L)	200	100	40	20,01	10	4	2	MN93 200 A
	100	50	20	10	5	2	1	MN93A 100 A
	3000	1500	600	300	150	60	30	MN93A 5 A / Adaptateur 5 A [3000 / 1]
	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	MN93A 5 A / Adaptateur 5 A [1 / 1]
	1000	500	200	100	50	20	10	PAC93 1000 A
	3000	1500	600	300	150	60	30	Amp FLEX [™] / Mini-Amp FLEX 3000 A
	500	250	100	50	25	10	5	Tension 500 V