

TA 2108-0031

Directive technique



Fonctionnement en îlotage - généralités



© INNIO Jenbacher GmbH & Co OG
Achenseestr. 1-3
A-6200 Jenbach, Autriche
www.innio.com



JENBACHER
INNIO

1	Domaine d'application.....	2
2	But	2
3	Informations supplémentaires.....	2
4	Définition.....	3
4.1	Définition générale du fonctionnement en îlotage.....	3
4.2	Normes et directives pertinentes	4
5	Catégories de fonctionnement en îlotage.....	4
6	Facteurs d'influence en fonctionnement en îlotage	5
6.1	Mise en circuit de charge	5
6.2	Délestage	6
7	Facteurs d'influence en fonctionnement en îlotage (installations avec plusieurs moteurs).....	6
8	Évaluation de la performance de fonctionnement en îlotage	6
9	Diagrammes de commutation de charge pour fonctionnement en îlotage	8
9.1	Diagrammes de commutation de charge	8
9.2	Délestage	10
10	Caractéristiques de planification et techniques	11
10.1	Alimentation des installations avec une alimentation sans coupure (installations UPS.....	12
10.2	Fonctionnement en parallèle avec des systèmes UPS.....	12
10.3	Temps de suppléance automatique de 15 s conformément à la norme DIN VDE 0100, Partie 710 et/ou 718	12
10.4	Magnétisation douce des transformateurs	12
10.5	Mode démarrage noir (Black-Start).....	12
10.6	Fonctionnement en parallèle avec plusieurs groupes.....	13
10.6.1	Coefficient de statisme (statique de régime et statique de fréquence, speed droop)	13
10.6.2	Répartition de la charge active (mode isochrone).....	14
10.6.3	Répartition partielle de charge réactive (statique de tension, voltage droop)	14
10.6.4	Gestion de charge	15
10.7	Points requérant une attention particulière	16
10.7.1	Informations sur l'état de fonctionnement par l'état des commutateurs – temporisations	16
10.7.2	Taux de charge client inconnu – charges capacitatives	16
10.7.3	Commande d'interconnexion système	16
10.7.4	Auxiliaires	16
11	Conditions annexes	17
11.1	Charge moteur nominale	17
11.2	Émissions moteurs à gaz	17
11.3	Émissions moteurs diesel	17
11.4	Température liquide de refroidissement, température mélange	17
11.5	Timing point d'allumage/injection	17
11.6	Température d'aspiration	17
11.7	Contre-pression des gaz d'échappement	18
11.8	Fonctionnement en îlotage avec du biogaz/gaz de décharge et gaz de récupération.....	18
11.9	Alimentation en gaz	18
11.10	Alimentation diesel	18
11.11	Générateur	18
12	Annexe A. Valeurs pour l'évaluation de la performance de fonctionnement en îlotage... 19	
13	Note de révision	23

Les groupes cibles du présent document sont les suivants :

client, partenaire commercial, partenaire de service, partenaire mise en service, filiales/succursales, site de Jenbach

Information propriétaire d'INNIO : CONFIDENTIEL

Les informations contenues dans le présent document sont des informations protégées et confidentielles de INNIO Jenbacher GmbH & Co OG et ses filiales. Elles sont la propriété d'INNIO et toute utilisation, reproduction ou transmission à des tiers est interdite sans une autorisation écrite préalable. Ceci concerne, mais sans exclusivité, l'utilisation d'informations pour l'élaboration, la fabrication, le développement ou la dérivation de réparations, modifications, pièces de rechange, constructions ou modifications de configuration ou leur demande auprès des administrations. Lorsque l'autorisation de reproduction totale ou partielle a été accordée, la présente remarque et la suivante doivent être indiquées sur toutes les pages du document, total ou partiel.

LES VERSIONS IMPRIMÉES OU TRANSMISES PAR VOIE ÉLECTRONIQUE NE SONT PAS VÉRIFIÉES

1 Domaine d'application

La présente directive technique (TA) s'applique aux Moteurs à gaz Jenbacher suivants :

- Moteurs type 2
- Moteurs type 3
- Moteurs type 4
- Moteurs type 6

, équipés du mode de fonctionnement en option « Fonctionnement en îlotage ».

2 But

3 Informations supplémentaires

Normes et directives pertinentes :

Sauf indication contraire, ce document se réfère aux éditions les plus récentes des normes et directives citées ici en référence (par ex. ISO 8528-5). Dans les cas où des éditions plus anciennes sont reprises à titre d'explication dans le présent document, figure également l'année d'édition respective (par ex. ISO 8528-5:2018).

Documents importants :

TA 1000-0001 – Qualité du carburant – Carburant diesel

TA 1000-0300 – Conditions requises pour le gaz propulseur et l'air de combustion

TA 1503-0057 – Fonctionnement du moteur en îlotage avec régulateur GEN2

TA 1530-0182 –

TA 2108-0025 – Fonctionnement en îlotage de moteurs à gaz à essence avec DIA.NE (type 3)

TA 2108-0026 – Fonctionnement en îlotage de moteurs à gaz à essence avec DIA.NE (série 6)

TA 2108-0029 – Fonctionnement en îlotage des moteurs à gaz/otto avec DIA.NE (type 4)

TA 2108-0030 – Fonctionnement en îlotage J208 avec DIA.NE XT

TA 2108-0032 – Fonctionnement en îlotage des moteurs à gaz/otto avec DIA.NE (type 6)

TA 2108-0033 –

ISO 8528-2

ISO 8528-5
ISO 8528-12
DIN VDE 0100

4 Définition

4.1 Définition générale du fonctionnement en îlotage

L'installation est dite en fonctionnement en îlotage/courant de secours/réseau de substitution lorsqu'elle doit poursuivre l'alimentation des consommateurs en l'absence du réseau électrique public (voir Illustration 1). Dans ce cas, tant la fréquence que la tension des barres de bus doivent être maintenues dans des limites définies.

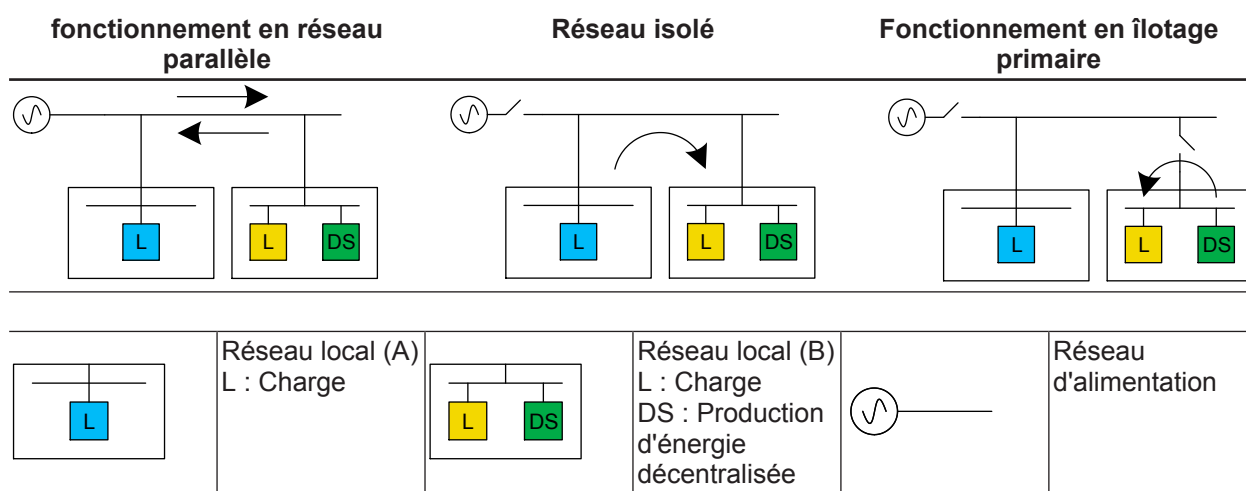


Illustration 1 : Configurations réseau

Lorsque les consommateurs sont alimentés en énergie par un général entraîné par moteur à combustion à piston alternatif (ci-après désigné sous le terme « groupe »), la régulation de la fréquence est assurée par le régime du moteur. La régulation de la tension est assurée par le régulateur de tension intégré dans le générateur (Automatic Voltage Regulator - AVR). Pour le type 3 avec dosage des gaz TecJet, ainsi que pour le type 4, une nouvelle régulation de fréquence basée sur modèle est disponible à partir de juillet 2019. Cette régulation est décrite dans **TA 1503-0057**.



TA 1503-0057 – Fonctionnement du moteur en îlotage avec régulateur GEN2

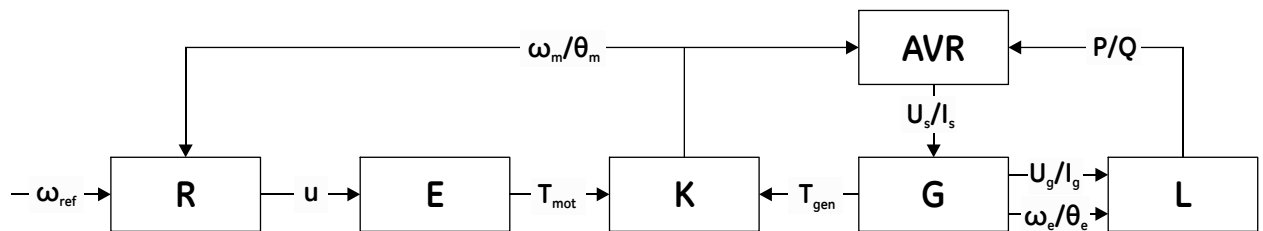


Illustration 2 : Fonctionnement en îlotage

E	Moteurs Jenbacher	L	Charge
K	Accouplement	AVR	Automatic Voltage Regulator
R	Régulateur	G	Générateur
u	Variable de contrôle	U_s/I_s	Tension d'excitation/de courant
ω_e/θ_e	Régime électrique générateur/Position angulaire	U_g/I_g	Tension/courant générateur
ω_m/θ_m	Régime mécanique générateur/Position angulaire	T_{gen}	Couple générateur
ω_{ref}	Régime valeur de réglage	T_{mot}	Couple moteur
P/Q	Puissance active/Puissance réactive		

Dans des installations avec plusieurs moteurs regroupés en îlot, la fréquence et la tension sont régulées soit uniquement par une partie, soit par tous les groupes. La puissance active et réactive doit alors être régulée par le système de gestion des charges. Une faible part de celle-ci peut faire l'objet d'une régulation exclusivement adaptée à la performance. Il convient de veiller ici à ce que la dynamique de la régulation de performance des moteurs respectifs suffise pour pouvoir suivre efficacement les modifications éventuellement rapides de la valeur de consigne.

4.2 Normes et directives pertinentes

Sauf indication contraire, ce document se réfère aux éditions les plus récentes des normes et directives citées ici en référence (par ex. ISO 8528-5). Dans les cas où des éditions plus anciennes sont reprises à titre d'explication dans le présent document, figure également l'année d'édition respective (par ex. ISO 8528-5:2018).

5 Catégories de fonctionnement en îlotage

Fonctionnement en réseau de substitution	Le fonctionnement en îlotage du moteur est requis uniquement pour suppléer à l'alimentation du réseau et n'est pas prévu pour un fonctionnement permanent.
Fonctionnement primaire (100 % en îlotage)	Le fonctionnement en îlotage du moteur sert de source primaire d'alimentation des consommateurs. Il peut s'agir de groupes supplémentaires ou du réseau en tant que sources d'alimentation stand-by.
Courant de secours	Fonctionnement en suppléance mais avec des temps de démarrage très stricts (par ex. 15 secondes de temps de démarrage) et une fiabilité extrême.

Alimentation de réseaux isolés	Le moteur sert de source d'alimentation à un réseau local qui n'est pas connecté au réseau public. Il en résulte des exigences spéciales en matière d'interruptions brèves, d'ajouts et de retraits de charge et de fonctionnement redondant (n-1).
Serres¹⁾	Ajouts et retraits de charges très graduels en raison de charges relativement faibles, gestion de charge extensive requise pour les ajouts et retraits de charge, transition du réseau au fonctionnement en îlotage. Le moteur fonctionne à 100 % de la puissance nominale, étant donné que de très petits sauts de charge sont possibles.
Systèmes d'extinction d'urgence¹⁾ (gicleurs/système d'incendie d'urgence)	Le moteur est prévu pour l'alimentation de pompes à usage incendie. Des critères de temps spécifiques pour la première mise en circuit de charge doivent être respectés. La disponibilité du moteur doit être absolument garantie même en cas de défaut existant et celui-ci ne peut pas être arrêté sous aucun prétexte pendant le fonctionnement en urgence incendie.

¹⁾ Si présent

6 Facteurs d'influence en fonctionnement en îlotage

La dynamique d'un groupe est influencée par de nombreux facteurs. Aussi bien les propriétés mécaniques qu'électriques déterminent le comportement de régime et le comportement de tension lors de modifications par échelon de la charge. Pour pouvoir indiquer le comportement de la fréquence et de la tension d'un groupe lors d'une modification de charge, il est nécessaire de déterminer les capacités de connexion et de déconnexion maximales. Veiller entre autres :

- au facteur de synchronisme des consommateurs
- aux performances intermittentes en exploitation

La puissance nominale nécessaire du groupe ne peut être déterminée qu'en connaissant les consommateurs électriques à alimenter. Pour cela, il est nécessaire de tenir compte des coups de bélier lors de la connexion des consommateurs, p. ex. ascenseurs, pompes, ventilateurs, installations d'éclairage ainsi que divers consommateurs non linéaires. Si le profil de charge ainsi engendré est connu, les points ci-après doivent être pris en considération au cours du dimensionnement :

6.1 Mise en circuit de charge

L'aptitude d'absorption de charge du groupe dépend, outre du réglage du régulateur de régime en fonction du type de moteur, mais aussi de la pression moyenne spécifique du moteur (BMEP) en fréquence nominale et puissance nominale, de la dynamique du turbocompresseur de gaz, de la dynamique du dosage des gaz, et enfin des propriétés et réglages du régulateur de générateur (AVR). Les moments d'inertie de masse également du moteur et du générateur ont une grande influence, bien qu'en règle générale, des moments d'inertie de masse plus élevés (en particulier sur les générateurs) autorisent des circuits de charge plus importants, et entraînent des plus petites divergences de fréquence.

Comme il n'est pas possible de valoriser la dépendance de toutes ces influences, des valeurs moyennes doivent être indiquées pour la mise en circuit de charge, une chute de fréquence maximale admissible ainsi qu'une chute de tension maximale devant être retenues pour critères.

En raison de la pression moyenne élevée de Moteurs à gaz Jenbacher l'ajout de puissance doit intervenir en étapes limitées (voir ISO 8528-2). Étant donné que les temps autorisés entre les différentes étapes de puissance dépendent des facteurs d'influence mentionnés ci-avant, un profil de charge approprié basé sur le temps doit, si nécessaire, être convenu avec l'exploitant de l'installation. Dans la nécessité de commuter la puissance en plusieurs niveaux, prendre en compte le circuit indispensable à cet effet dans l'installation de l'exploitant dans le cadre d'un système de gestion de charge. Les valeurs admissibles des écarts de fréquence et de tension dynamiques lors du changement de puissance sont prises comme critères.

Entre les différents ajouts de charge, le groupe a besoin en fonction de sa taille de quelques secondes, voire quelques minutes, pour atteindre une stabilisation thermique. Tenir compte de ce point, surtout lorsque les moteurs n'ont pas encore atteint leur température de service. Les valeurs exactes sont différentes pour les moteurs diesel et gaz.

En cas de surcharge, et donc pour prévenir une panne du groupe, s'assurer que lors du transfert de puissance le besoin de puissance antérieur de l'installation de l'exploitant n'excède pas la puissance recommandée, spécifique au groupe en fonction du type.

6.2 Délestage

La réaction d'un groupe fonctionnant au gaz après un délestage dépend également des facteurs d'influence cités ci-avant. Sur certains moteurs à gaz chargés avec mélange, une limite de délestage maximum autorisée est prescrite afin de prévenir le risque de « pompage » du turbocompresseur ou de déflagrations.

Les limites du délestage sont fonction de la série (voir la correspondante spécifique à la série). Pour toute information complémentaire, voir le paragraphe ⇒ Délestage.

7 Facteurs d'influence en fonctionnement en îlotage (installations avec plusieurs moteurs)

Une influence sur le comportement de fréquence et de tension dans un fonctionnement en îlot avec plusieurs moteurs peut provenir de :

- Répartition de la charge
- Exigence externe ou interne d'une valeur consigne de régime variable (speed droop) envers le régulateur de régime
- Comportement dynamique des différents moteurs comme décrit ci-avant
- Réglages statiques des régulateurs de tension (Voltage Droop et chute de tension)
- Comportement dynamique du générateur en prenant en compte les propriétés d'amortissement sur le réseau donné.

Une explication exhaustive des facteurs d'influence sur la répartition de la puissance active et réactive conformément à la norme ISO 8528-5 figure dans la **TA 1530-0182**.



TA 1530-0182 –

Si des générateurs d'énergie sont utilisés en fonctionnement conjoint (groupes de différents fabricants ou différents types de générateurs d'énergie), d'autres options en plus de la répartition de charge ou de la commande standard de coefficient de statisme (Speed droop), sont fournies par un système de gestion de charge d'un niveau supérieur, mais ces options doivent d'abord être vérifiées pour chaque projet spécifique. Pour toute information complémentaire, voir le ⇒ Mode démarrage noir (Black-Start).

8 Évaluation de la performance de fonctionnement en îlotage

Le comportement opérationnel d'un groupe avec moteur à combustion à piston variable est évalué de manière générale selon la norme ISO 8528-5.

En fonction de l'application visée, différentes classes de d'exécution sont différenciées selon ISO 8528-5 quant à la performance d'îlot G1 à G4. Les valeurs chiffrées qui y figurent sont des valeurs limites autorisées, qui, sauf indication contraire, ne peuvent pas être dépassées (voir également le tableau 1 ci-après). Ces valeurs se réfèrent à des moteurs à combustion chargés, comme défini dans la norme ISO 8528-5.

Pour l'installation de production d'énergie, la classe d'exécution correspondante est attribuée lorsque toutes les limites exigées pour cette classe d'exécution sont remplies. Si des divergences dans les valeurs limites sont demandées par le client dans le sens d'une amélioration de la qualité, celles-ci doivent faire l'objet d'une convention écrite. La classe G4 selon la norme 8528-5 est prévue pour des conventions spéciales de ce type.

La classe G4 peut être définie librement, selon des exigences spécifiques au client (ESC), et est spécifiquement enregistrée pour Moteurs à gaz Jenbacher à $\pm 7\%$ pour la divergence dynamique de fréquence et de tension, indépendamment du temps de réglage représenté dans les diagrammes d'îlot des différents types de moteur. D'autres niveaux de limite peuvent être définis et affichés pour tenir compte de problèmes spécifiques à l'application.

Si une alimentation de secours est fournie pour des hôpitaux ou des infrastructures communautaires (conformément à DIN VDE 0100, Partie 710 et Partie 718 respectivement), le comportement opérationnel est évalué selon ISO 8528-12. Dans les deux cas, il faut accorder une attention particulière aux temps requis d'interruption/de transition. Les critères d'évaluation fixés dans la norme ISO 8528-12, sont équivalents à ceux de la norme ISO 8528-5.

Tableau 1 : Extrait des limites de fonctionnement sélectionnées pour les classes d'exécution selon ISO 8528-5:2018. Une vue générale est reprise dans le tableau 4 au chapitre 15.2.

Paramètre	Symbol e	Unité	Valeurs limites			
			G1	G2	G3	G4
Largeur de bande de la divergence de fréquence pour évaluer le temps de réglage après des sauts de charge	α_f	%	3,5	2	2	ESC
Bande de fréquence stationnaire	β_f	%	$\leq \pm 2,5$	$\leq \pm 1,5$	$\leq \pm 0,5$	ESC
Divergence de fréquence transitoire après une connexion du circuit de charge pour :						
• Moteurs à gaz à essence	δ_{dyn}^-	%	≤ -25	≤ -20	≤ -15	ESC
• Moteurs diesel	δ_{dyn}^-	%	≤ -15	≤ -10	≤ -7	ESC
Divergence de fréquence transitoire après un arrêt du circuit de charge	δ_{dyn}^+	%	$\leq +18$	$\leq +12$	$\leq +10$	ESC
Temps de compensation de la fréquence après une connexion du circuit de charge	$t_{f,zu}$	s	≤ 10	≤ 5	≤ 3	ESC
Temps de compensation de la fréquence après un arrêt du circuit de charge	$t_{f,ab}$	s	≤ 10	≤ 5	≤ 3	ESC
Différence de tension statique	δU_{st}	%	$\leq \pm 5$	$\leq \pm 2,5$	$\leq \pm 1$	ESC
Divergence de tension dynamique après une connexion du circuit de charge	δU_{dyn}^-	%	≤ -25	≤ -20	≤ -15	ESC

Paramètre	Symbole	Unité	Valeurs limites			
			G1	G2	G3	G4
Divergence de tension dynamique après un arrêt du circuit de charge	δU_{dyn}^+	%	$\leq +35$	$\leq +25$	$\leq +20$	ESC
Temps de compensation de la tension après une connexion du circuit de charge	$t_{U,zu}$	s	≤ 10	≤ 6	≤ 4	ESC
Temps de compensation de la tension après un arrêt du circuit de charge	$t_{U,ab}$	s	≤ 10	≤ 6	≤ 4	ESC

9 Diagrammes de commutation de charge pour fonctionnement en îlotage

Les diagrammes de commutation de charge pour les types de moteur respectifs sont disponibles dans les directives techniques suivantes :

- Moteurs à gaz à essence série 2 - J208 avec DIA.NE XT TA 2108-0030
- Moteurs à gaz à essence série 3 avec DIA.NE XT TA 2108-0025
- Moteurs à gaz à essence série 4 avec DIA.NE XT TA 2108-0029
- Moteurs à gaz à essence série 6 avec DIA.NE XT TA 2108-0026
- Moteurs à gaz à essence série 9 avec DIA.NE XT TA 2108-0032
- Moteurs diesel type 6 avec DIA.NE XT TA 2108-0033

Les diagrammes mentionnés ci-dessus donnent des informations sur la puissance électrique effective commutable et autorisée « *Blocklast* » (tant positive que négative) reportée sur l'axe des y sur la base de la puissance effective actuelle « charge de base » reportée sur l'axe des x, assignée à la classe voulue comme spécifié dans la norme ISO 8528-5.

Les puissances spécifiées sont représentées en pourcentage de la puissance nominale (en tenant compte des diminutions indiquées), de la fréquence nominale et du $\cos\phi=1$ de la version moteur concernée selon la gamme de produits.

9.1 Diagrammes de commutation de charge

Les diagrammes de commutation de charge dans les Directives techniques pour chaque type de moteur valent pour les moteurs à température de service.

Dans ces diagrammes sont représentées les classes d'exécution G1 à G4 ainsi que la puissance limite (voir diagramme d'exemple pour la capacité d'ajout de charge dans l'illustration 3 et la capacité de délestage dans l'illustration 4). La puissance limite désigne la puissance qui, dans le respect des valeurs limites pour la fréquence et la tension minimale et maximale, peut encore être commutée sans que le moteur s'arrête. Les courbes y figurant représentent la puissance maximale de connexion et d'arrêt et correspondant aux différentes valeurs limites de la classe d'exécution. Si des critères spéciaux ont été spécifiés pour les charges à ajouter ou à délester, d'autres mesures techniques (choix des paliers de délestage, unité de commande d'interconnexion au réseau, système de gestion de charge) doivent être prises en considération.

Dans les directives techniques spécifiques au type et concernant le fonctionnement en îlotage, les (2) diagrammes pour ajouts et retraits de charge sont indiqués respectivement avec et sans prise en compte du temps de réglage pour la fréquence et la tension. Sur les groupes diesel, le temps de réglage pour la tension est toujours pris en compte. La seconde représentation tient compte du critère de la chute de

fréquence maximale (voir Annexe A). L'axe des x décrit la charge de démarrage (charge de base) et l'axe des y la charge de commutation (charge de bloc), chaque fois en pourcentage [%] de la puissance nominale.

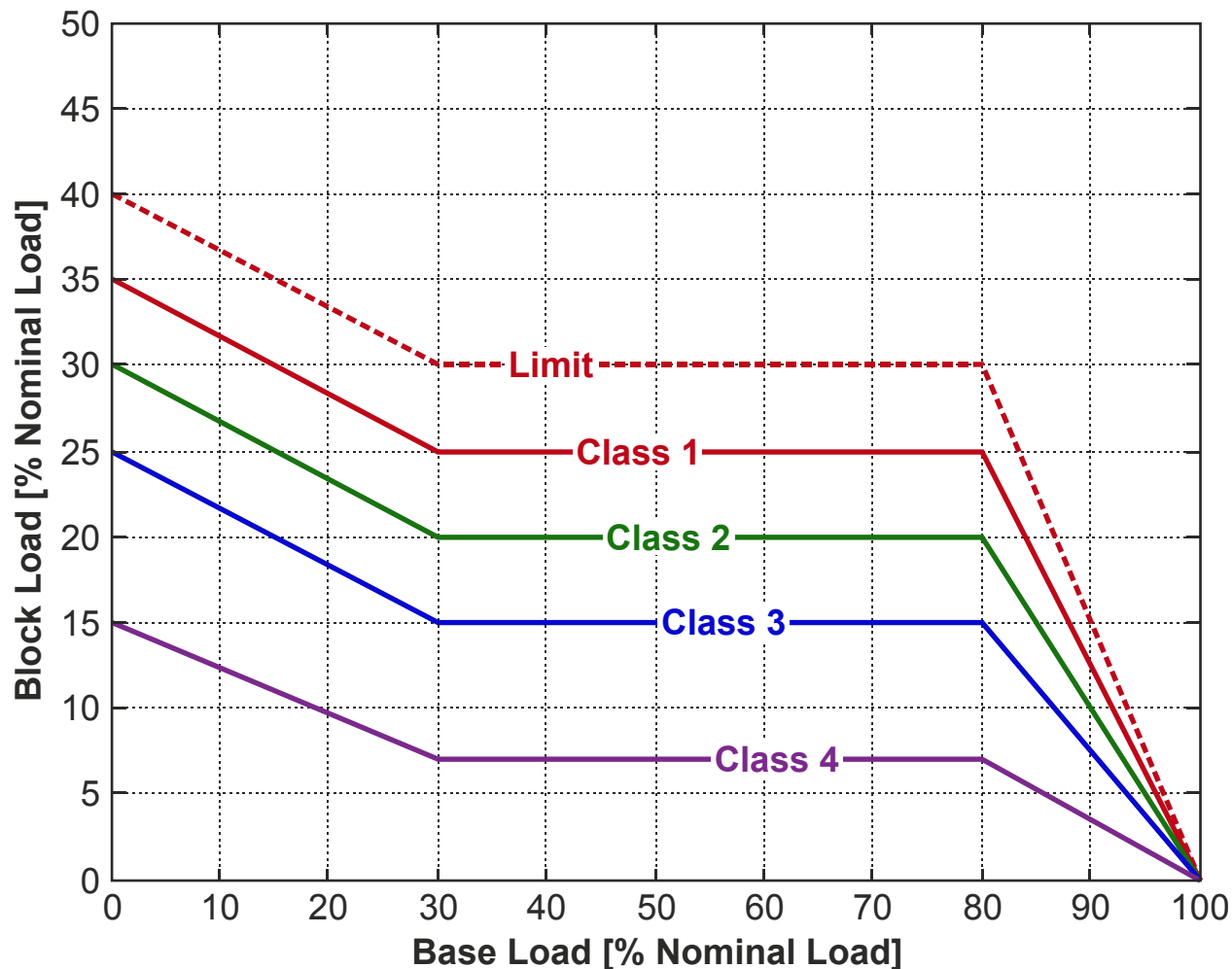


Figure 3. Diagramme connexion du circuit de charge

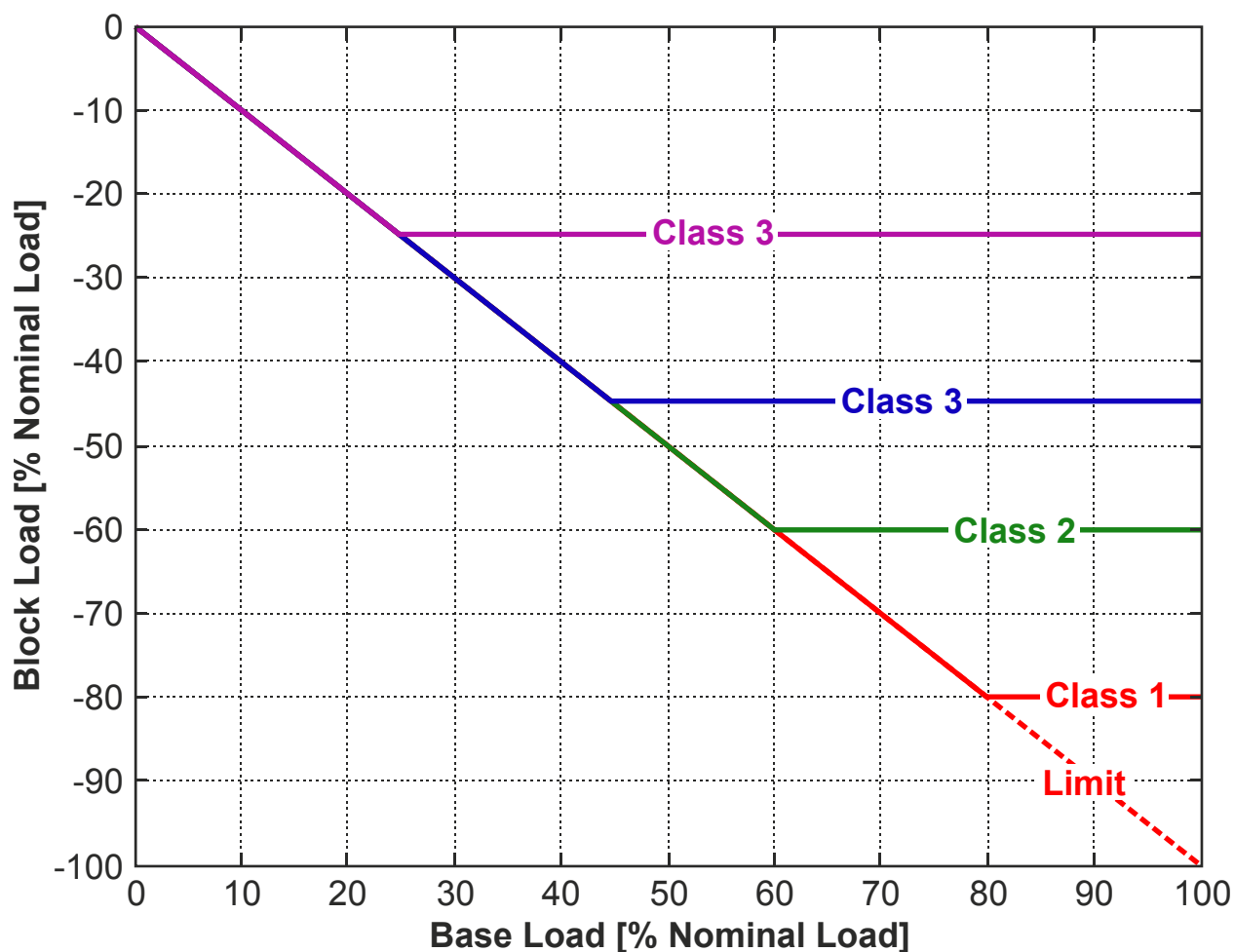


Figure 4. Diagramme arrêt du circuit de charge

9.2 Délestage

Moteurs à gaz :

Généralement, des réductions de charge brusques et inattendues du point de vue groupe interviennent lors de la transition du fonctionnement en parallèle réseau au fonctionnement en îlotage ou pendant le fonctionnement en îlotage. En raison de la conception finement optimisée du turbocompresseur, cela peut provoquer un « pompage » du turbocompresseur. Actuellement, les moteurs du type 6 sont sujets à des niveaux limites individuels de capacité en matière de délestage, se reporter à ce propos à **TA 2108-0026 Délestage**.



TA 2108-0026 – Fonctionnement en îlotage de moteurs à gaz à essence avec DIA.NE (série 6)

Moteurs diesel :

Lors de la transition du fonctionnement en parallèle réseau au fonctionnement en îlotage ou pendant le fonctionnement en îlotage, les moteurs diesel avec injection Common-Rail n'ont pas besoin de limite de délestage. (100 % de limite de délestage peuvent être atteints sans sur-régime)

10 Caractéristiques de planification et techniques

La répartition dans l'une des classes d'exécution (chapitre ⇒ Évaluation de la performance de fonctionnement en îlotage) dépend des consommateurs à alimenter dans le fonctionnement en îlotage et doit donc être indiquée par le client. Il en résulte ainsi les circuits de charge maximum possible tout en respectant la classe d'exécution spécifiée. Il est donc essentiel d'avoir avec le client une coordination minutieuse dès les phases d'offre et de planification. La taille et le type des consommateurs électriques ainsi que leurs caractéristiques de démarrage et de fonctionnement doivent être connus à ce stade. Pour les consommateurs actionnés par des moteurs électriques, il est important de connaître leur puissance de démarrage effective, car cela détermine le couple moteur effectif sur l'arbre du moteur. Le couple moteur dépend du type de moteur électrique et des conditions de démarrage (démarrage étoile-triangle, softstart, commandes à thyristor, démarrage lourd, etc.).

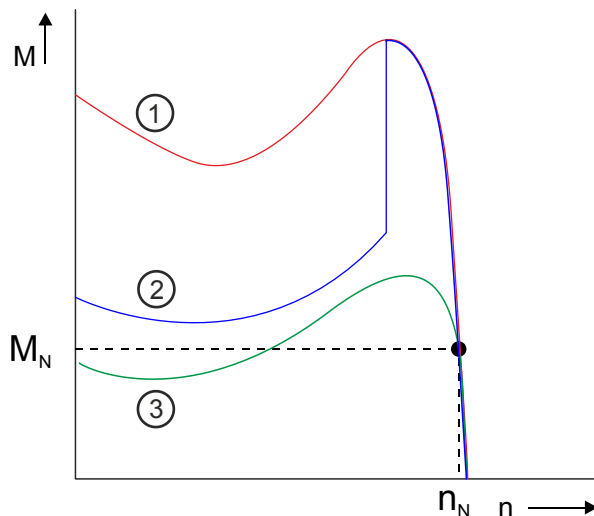


Figure 5. Profil de couple au départ de moteurs électriques

①	Démarrage direct
②	Démarrage étoile-triangle
③	Softstart

Groupes gaz

En l'occurrence, il convient de tenir compte du fait qu'en fonctionnement en îlotage la puissance absorbée par les différents consommateurs « rotatifs » (grands ventilateurs, pompes, etc.) ne doit pas dépasser environ 40 % de la puissance nominale du groupe. Veiller par ailleurs à ce que le courant réactif de démarrage des moteurs électriques soit un multiple de la valeur nominale. Ce pourcentage repose sur des données empiriques et indique le point à partir duquel des interactions dynamiques peuvent se produire entre le groupe et le consommateur. De tels cas exigent des mesures particulières qui peuvent être déterminées par simulation. Ici peuvent être appliquées des analyses de puissance susceptibles d'être élaborées par INNIO Jenbacher GmbH & Co OG sur base d'une autorisation spéciale et de la mise à disposition des données de l'installation de consommateurs.

En cas de fonctionnement en îlotage avec plusieurs moteurs, le premier module doit d'abord alimenter les consommateurs pendant que les autres groupes sur les barres de bus se synchronisent. Dans de tels cas, il faut être absolument certain qu'il n'y aura que des fluctuations de charge très limitées (max. 2 % de la charge nominale du module) pendant le processus de synchronisation. Plus les fluctuations de charge seront fréquentes, plus la procédure de synchronisation sera longue.

Comme l'évolution du courant et du $\cos(\phi)$ des consommateurs ont une influence sur la dynamique du moteur, ceux-ci doivent être fournis par le client et communiqués à INNIO Jenbacher GmbH & Co OG lors de demandes spéciales.

Groupes diesel

Sur les groupes diesel, le régime moteur est stabilisé par l'injection de carburant et peut donc être contrôlé dans une petite largeur de bande de régime. (Erreur absolue < 5 t/min). La synchronisation complète peut ainsi être atteinte après quelques secondes.

10.1 Alimentation des installations avec une alimentation sans coupure (installations UPS)

En cas d'alimentation d'installations UPS, il est essentiel d'utiliser leurs caractéristiques d'interaction (par ex. enclenchement graduel, charges sous forme de rampes). Cela atténue l'effet des ajouts de charge et bénéficie à une courbe de charge généralement plus efficace du groupe. Les déviations maximales autorisées en matière de tension et de fréquence du côté entrée des systèmes UPS sont généralement prévues avec des tolérances très strictes. Ces tolérances doivent absolument être prises en compte.

10.2 Fonctionnement en parallèle avec des systèmes UPS

Le fonctionnement en parallèle avec un logiciel standard n'est pas possible en raison des différences de formes de tension et de caractéristiques dynamiques (commande de fréquence du groupe basée sur des « masses en rotation », dans les systèmes UPS, la commande de la fréquence ne dépend pas de l'inertie – électronique de puissance). Dans de tels cas, un examen spécifique au projet ainsi que des adaptations correspondantes sont nécessaires.

10.3 Temps de suppléance automatique de 15 s conformément à la norme DIN VDE 0100, Partie 710 et/ou 718

L'alimentation de consommateurs de courant de secours conformément à la norme précitée dans un délai de 15 s est actuellement possible pour les moteurs Moteurs à gaz Jenbacher des types 2, 3 et 4. Elle doit cependant faire l'objet d'une concertation détaillée spécifique au projet (autorisation spéciale). En raison du dimensionnement des auxiliaires, l'alimentation de consommateurs de courant de secours est généralement possible pour le type 6 uniquement après un examen spécifique au projet.

10.4 Magnétisation douce des transformateurs

Si les transformateurs doivent être accélérés en mode démarrage autonome, la puissance d'accélération doit être contrôlée pour éviter une surcharge du groupe. À titre d'indication, les transformateurs avec une **puissance nominale supérieure de 2 fois ou plus à la puissance nominale du générateur** peuvent être accélérés. Toutefois, la méthode décrite ci-dessous doit être utilisée comme étant la norme.

Dans le cas de charges opérationnelles en îlotage très importantes, par ex. de grands transformateurs, qui ne peuvent pas être ajoutées directement en raison de courants de démarrage excessifs, il est possible de les magnétiser de manière douce. Le groupe est démarré, le générateur est désénergisé, le commutateur de générateur est activé et le générateur est à nouveau énergisé. Cette manière de procéder permet d'atteindre des puissances de transformateur (=somme de tous les transformateurs regroupés) de l'ordre de dix fois celle de la puissance apparente du générateur.

10.5 Mode démarrage noir (Black-Start)

Dans le cas d'un démarrage autonome, l'installation est totalement déconnectée du réseau électrique public. Dans cette situation, le moteur à gaz de INNIO Jenbacher est la force motrice primaire et doit uniquement garantir le démarrage du moteur avec une énergie auxiliaire de 24 V CC provenant des batteries du démarreur et fermer le commutateur de générateur au régime nominal pour alimenter en tension l'installation de consommateurs chez le client.

Un démarrage autonome peut s'effectuer par un moteur immobilisé (démarrage préchauffé) ou immédiatement après un arrêt de moteur (démarrage à chaud).

10.6 Fonctionnement en parallèle avec plusieurs groupes

En ce qui concerne les générateurs utilisés, il faut veiller au fait qu'il y a une distribution de charge réactive spécifique par la statique de tension, ainsi qu'une réduction de tension identique par un genou de tension. Il faut aussi tenir compte du facteur de crête du bobinage si les points neutres du générateur sont connectés. Si ce n'est pas identique, des bobines à point neutre doivent être utilisées. En outre, il est possible de procéder à une valeur de correction de tension externe (90-110 % de la tension nominale) à l'aide d'un système prioritaire de gestion de charge réactive.

Pendant le fonctionnement en parallèle des groupes Jenbacher, on utilise normalement la ligne dite de charge active. Ceci permet de régler une répartition de charge souhaitée entre les différents groupes. L'utilisation de transducteurs doit être testée si la ligne de répartition de charge est sujette à des charges différentes. En outre, il est encore possible de répartir la charge de manière contrôlée par la commande standard de coefficient de statisme (Speed droop) ou par l'exigence d'un offset externe de valeur consigne de régime par une commande d'installation ou de station prioritaire.

10.6.1 Coefficient de statisme (statique de régime et statique de fréquence, speed droop)

Dans ce cas, le régime moteur est modifié au moyen d'un coefficient de statisme « power gradient » (speed droop) afin de fournir un taux voulu (directive selon une certaine rampe via le bus ou l'entrée analogique) de charge nominale en tant que charge en îlotage. La variation du coefficient permet d'augmenter la charge pour des moteurs plus lourds (par ex. groupes diesels). Il est en outre possible de varier le point d'intersection (droop offset) entre la statique de régime et le régime nominal à l'aide d'un signal externe (directive selon une certaine rampe via l'entrée de bus ou l'entrée analogique). Cela permet de garantir que le regroupement en îlot fonctionne au régime nominal en cas de charge nominale. Veiller à ce que les paramétrages du coefficient de statisme n'aient pas un effet durable sur la dynamique de l'installation (fréquence et tension). Veiller à ce que les réductions de puissance survenues sur le moteur entraîne la limitation des signaux de directive externe.

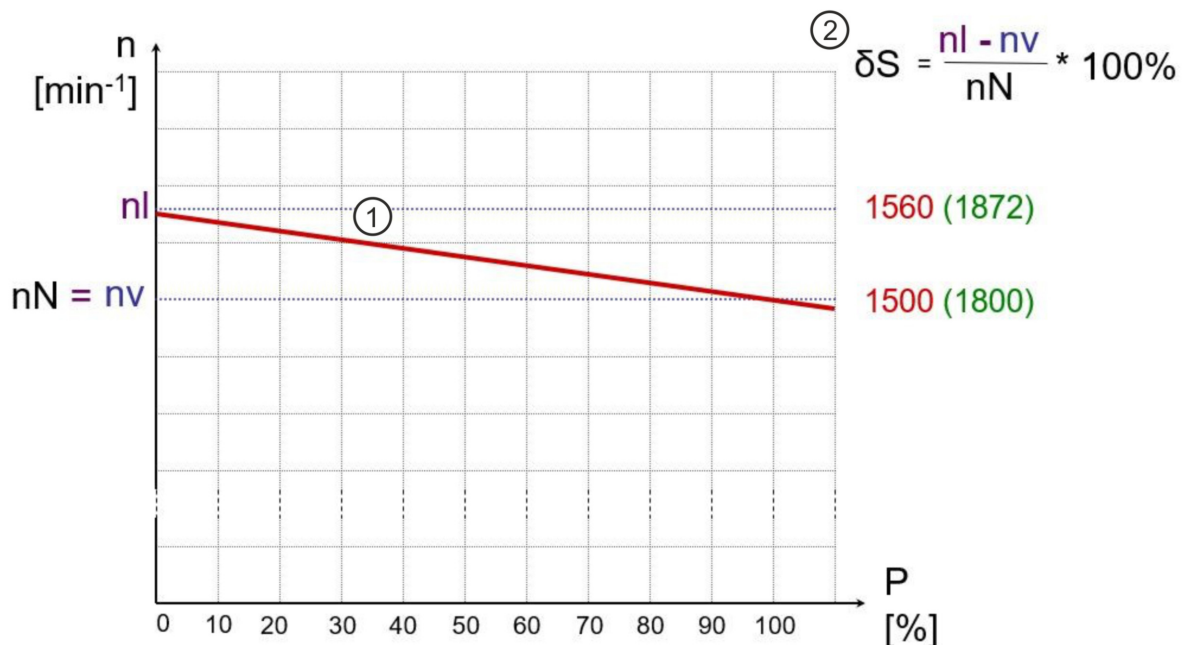


Figure 6. Statique de régime

①	Statique de régime avec augmentation de 4 % (δS)
②	Fonction statique de régime n_l → valeur consigne de régime en cas de fonctionnement du moteur sans charge n_v → valeur consigne de régime en cas de fonctionnement à pleine charge

|nN → régime de moteur

10.6.2 Répartition de la charge active (mode isochrone)

Dans le modèle standard de la répartition partielle de charge INNIO Jenbacher, la puissance générée à partir de chaque groupe est transmise par un signal de sortie mA et la puissance moyenne de tous les moteurs est chargée par une entrée mA. Les deux signaux mettent les 4...16 mA de manière standard à l'échelle de la plage 0...100 % de la puissance nominale du groupe concerné. La distribution entre les moteurs peut être réglée en pourcentage (équi-répartition standard). Lors de la connexion et de la coupure de chaque moteur, la charge et la décharge se font selon une rampe limitée dans le temps.

Lors de la réalisation de cette variante de répartition partielle de la charge sur des installations équipées de moteur de fabricants différents, les mises à l'échelle partiellement différentes et les résistances des entrées et des sorties différentes commandes de moteur sont à prendre en considération. Veiller à ce que les réductions de puissance survenues sur le moteur entraîne une influence sur la répartition de la charge.

10.6.3 Répartition partielle de charge réactive (statique de tension, voltage droop)

La charge réactive requise par les consommateurs est indiquée dans le cas de systèmes à plusieurs moteurs par le biais d'une distribution égale vers les générateurs fonctionnant conjointement. La distribution se fait par l'ajustement de la « statique de tension ». À cet égard, le point essentiel est que tous les générateurs doivent avoir les mêmes réglages pour la tension nominale, la statique de tension (typiquement 3 %), le genou de tension (point d'activation, coefficient, DWELL) et temps de réaction AVR. Des réglages différents peuvent occasionner un glissement de pôle et donc des dommages au générateur. Un facteur de correction de tension externe peut être donné en alternative par un système de gestion de charge réactive. Cette valeur est limitée dans la plage maximale autorisée de 90-110 %. La modification temporelle maximale possible de la valeur de directive externe est elle aussi limitée

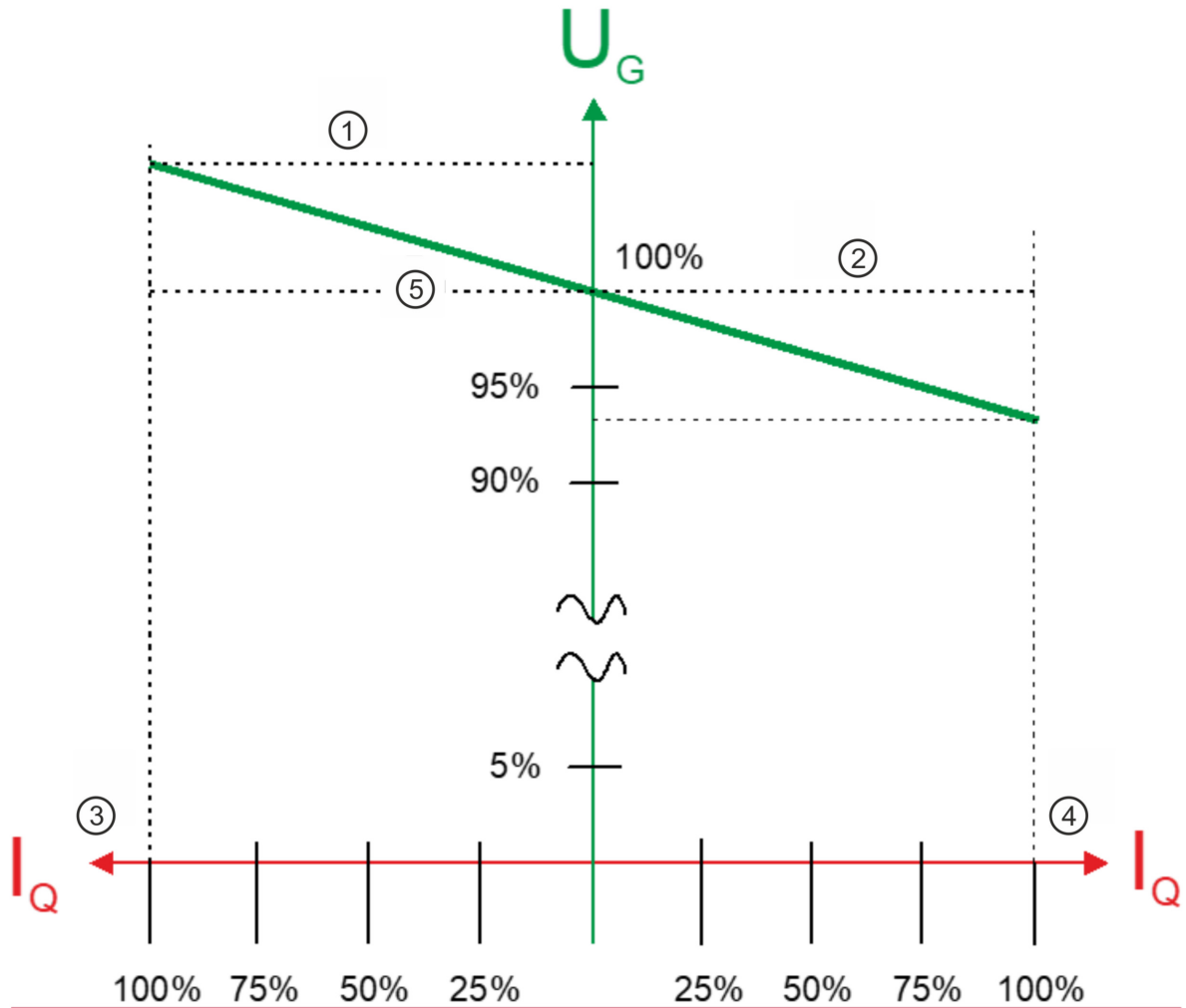


Figure 7. Répartition de charge réactive

①	Fonctionnement de générateur sous-excité	③	Fonctionnement de générateur surexcité
②	Absorption	④	Débit
⑤	Statique de tension avec augmentation de 6 % (standard 3 %)		
U_G	Tension générateur	I_Q	Courant réactif de générateur (puissance réactive)

10.6.4 Gestion de charge

On parle de micro- ou mini-grid si un système réseau fonctionne avec plusieurs types de générateurs d'énergie (moteur à gaz, moteur diesel, turbine à gaz, énergie solaire, éolienne, énergie hydraulique et alimentation par piles) ou au moins avec plusieurs générateurs du même type. Dans de tels cas, des simulations de réseau sont essentielles et des estimations de conservation d'énergie utiles. Pour les projets en cours d'analyse, il faut considérer l'inertie des sous-systèmes et les fonctions de transfert pour les moteurs, les contrôleurs et les générateurs comme des valeurs d'entrée essentielles du système. Il est possible sur cette base de sélectionner et de simuler les estimations de charges combinées précitées

ou d'autres. Il est possible de faire passer des groupes de faible puissance se trouvant en mode de fonctionnement régulé par la puissance sur des générateurs d'énergie particulièrement stables et puissants qui se trouvent en mode de fonctionnement régulé par le régime.

La règle mnémotechnique dans ce cas est d'appliquer un **rapport d'inertie de module d'environ 2:1**. Si l'installation doit répondre à des exigences techniques élevées, le dimensionnement doit être analysé et validé par simulation.

Pour faire appel à une commande de charge prioritaire, une entrée pour la communication d'une valeur de directive externe relative à l'offset de régime peut être utilisée. Veiller à ce que les réductions de puissance survenues sur le moteur entraînent la limitation des signaux de directive externe. L'augmentation de charge maximale actuellement encore admise pour le moteur en particulier est préparée comme sortie de la commande de moteur. Toutes les réductions de puissance futures sont prises en compte.

10.7 Points requérant une attention particulière

10.7.1 Informations sur l'état de fonctionnement par l'état des commutateurs – temporisations

L'état de fonctionnement du moteur est assigné sur la base des réponses depuis le commutateur de générateur et le commutateur réseau. Il y a des points de transition essentiels dans les conditions de fonctionnement pour lesquels une réponse rapide du commutateur est requise afin d'activer les fonctions de contrôle correspondantes.

Dans certains systèmes, c'est précisément cette réponse immédiate qui occasionne des difficultés. Veiller à n'utiliser que des commutateurs de basse tension et de tension moyenne avec des temps propres de <60 ms. Si ces réponses sont en plus dirigées via relais ou commandes prioritaires (logiciel), d'autres temps de retard non souhaités viennent s'ajouter. Par exemple, même un doublement du temps propre de commutateur peut occasionner des coupures de moteur en raison d'un « surrégime » lors de la transition du fonctionnement en parallèle réseau au fonctionnement en îlotage à faible charge. Les réponses de commutateurs doivent pour cette raison toujours être mis directement à disposition de la commande de module.

10.7.2 Taux de charge client inconnus – charges capacitatives

Si le taux de charges capacitatives aux charges inductives (par ex. dans la plage de charge inférieure, quand tous les compensateurs ont été ajoutés) est très important, cela peut occasionner des charges de générateurs imprévisibles et importantes, un glissement de pôle et des dommages au générateur. Il est donc essentiel de veiller à ce que le générateur fonctionne toujours dans la plage inductive. Des scénarios *Worst-case* peuvent être étudiés au moyen de l'analyse de stabilité de réseau.

10.7.3 Commande d'interconnexion système

Si la puissance actuellement requise pour l'installation à alimenter est enregistrée au point de fourniture, il peut être raisonnable d'un point de vue financier et technique de recourir à une unité de commande d'interconnexion réseau. La charge enregistrée est fournie par le moteur à combustion dans une certaine mesure, ce qui permet une transition particulièrement douce (sans à-coups) entre le fonctionnement réseau et le fonctionnement en îlotage.

10.7.4 Auxiliaires

Pour le fonctionnement avec courant de remplacement, aucun rinçage du conduit des gaz d'échappement n'est effectué sur les moteurs de type 6 et 9.

Dans ce cas, le temps maximum depuis la demande de fonctionnement en courant de remplacement jusqu'au début du démarrage du moteur (le moteur tourne) est déterminé surtout par la durée de pré-lubrification dépendante du type.

11 Conditions annexes

11.1 Charge moteur nominale

Pour chaque version moteur, la charge nominale pertinente peut être trouvée dans la gamme de produits et ajustée selon les diagrammes de réduction appropriés. Il en résulte la charge nominale réelle de 100 % qui est utilisée comme valeur de référence dans les diagrammes de charge.

Des versions avec charges augmentées fonctionnent en îlotage à leur charge nominale d'origine.

Par ailleurs, seules les charges nominales correspondant au type de gaz utilisé sont autorisées pour les groupes fonctionnant avec des gaz multiples ou mélangés.

11.2 Émissions moteurs à gaz

Le fonctionnement en îlotage se fait avec un réglage actif d'émissions à un niveau d'émission de gaz d'échappement défini à $500 \text{ mg/Nm}^3 @5\%O_2 \text{ NO}_x$ indépendamment des émissions requises en fonctionnement de parallèle réseau. Des paramètres dans le système de commande moteur permettent de veiller à ce que la commande passe automatiquement à des valeurs d'émission plus élevées lors de la transition vers le fonctionnement en îlotage. Dans une certaine mesure, cela améliore la qualité du contrôle sur l'ensemble de la plage de contrôle, et augmente les capacités et la disponibilité en matière d'ajout de charge. La commutation peut être paramétrée, mais cela n'est pas obligatoire.

Si les émissions doivent être maintenues sous la valeur précitée, par exemple $250 \text{ mg/Nm}^3 @5\%O_2 \text{ NO}_x$, une autorisation spéciale est nécessaire.

11.3 Émissions moteurs diesel

En fonctionnement en réseau parallèle et en mode en îlotage, les moteurs diesel suivent les mêmes objectifs d'émission. Ceux-ci correspondent aux valeurs d'émissions de gaz brûlés de la World Bank pour les groupes stationnaires, c'est-à-dire au maximum $1460 \text{ mg/m}^3 \text{ NO}_x$. Les tables de pilotage sont paramétrées hors ligne afin d'atteindre les objectifs d'émission prescrits.

11.4 Température liquide de refroidissement, température mélange

Les diagrammes de commutation de charge s'appliquent pour une température du mélange correspondant à la gamme de produits. La réduction de la température du mélange augmente la capacité d'ajout de charge et donc la disponibilité.

11.5 Timing point d'allumage/injection

Moteurs à gaz

Le point d'allumage en fonctionnement en îlotage est choisi de 2° plus faible que pour le fonctionnement en parallèle réseau. Les diagrammes de commutation de charge sont applicables si le calage d'allumage correspond aux valeurs paramétrées par défaut.

Moteurs diesel

Sur les moteurs diesel, le point d'allumage est comparable avec le timing injection.

11.6 Température d'aspiration

Les diagrammes de commutation de charge s'appliquent aux températures d'admission correspondant à la gamme de produits. Toute réduction de la température d'admission améliorera la capacité d'ajout de charge.

11.7 Contre-pression des gaz d'échappement

Les diagrammes de commutation de charge valent pour une valeur maximale de contre-pression des gaz d'échappement de 60 mbar. Une réduction de la contre-pression des gaz d'échappement améliore le comportement d'ajout de charge.

11.8 Fonctionnement en îlotage avec du biogaz/gaz de décharge et gaz de récupération

L'utilisation de biogaz/gaz de décharge et gaz de récupération ne requiert pas d'autorisation spéciale pour le fonctionnement en îlotage des moteurs de type 2, 3 et 4. Un examen spécifique au projet est requis pour des modules fonctionnant avec deux gaz en raison de la teneur énergétique du gaz. Le fonctionnement en mode gaz mixte ou le changement de types de gaz pendant le fonctionnement en îlotage requiert une autorisation spéciale.

Lors du passage d'un fonctionnement parallèle réseau à un fonctionnement en îlotage, il faut tout particulièrement veiller au respect des critères de pression et de qualité constantes du gaz (TA 1000-0300).

Pour le cas d'un démarrage autonome, l'alimentation du compresseur de gaz est assurée par une alimentation externe.

L'utilisation de moteurs à gaz en îlotage avec du gaz non naturel dans des systèmes de préservation de la vie n'est pas autorisée en raison de l'incertitude quant à l'alimentation en gaz !

11.9 Alimentation en gaz

Pour assurer un comportement opérationnel approprié des groupes, le gaz combustible doit être de qualité constante et à pression d'alimentation constante (TA 1000-0300).

Une qualité de gaz appropriée sous pression de gaz suffisante doit être garantie pour assurer l'aptitude au démarrage autonome du module. Il convient également de veiller à ce que l'alimentation en tension des vannes de gaz principales en amont ne soit pas interrompue. Pour les moteurs de type 6 avec préchambre de combustion, le démarrage autonome est validé pour les produits conçus à partir de 2012, car une pré-lubrification ainsi que l'entraînement d'une pompe de pré-pression sont nécessaires.

En cas de fonctionnement multigaz, ce gaz doit avoir la meilleure disponibilité possible pour un fonctionnement en îlotage.

11.10 Alimentation diesel

Pour assurer un comportement opérationnel approprié des groupes, l'alimentation avec un carburant diesel approprié, répondant aux valeurs limites prescrites, doit être assuré (TA 1000-0001).

Les capacités de démarrage autonome du module ne peuvent en être déduites que si la qualité du carburant diesel sont conformes aux prescriptions.

11.11 Générateur

Pour garder la chute de régime dans les limites permises pour la classe de réglage dans l'éventualité de charges ajoutées, la tension de générateur est réduite de manière sélective et dynamique par le « genou de tension du générateur ». Dans le cas d'installations à plusieurs moteurs, il faut veiller tout particulièrement à ce que ces réglages soient identiques sur tous les groupes.

Le réglage du genou de tension du générateur (point de démarrage et coefficient) n'est pas fixé dans la norme ISO 8528-5. Les réglages suivants sont utilisés pour INNIO Jenbacher GmbH & Co OG.

Réglages standard basés sur deux groupes avec des régimes nominaux différents.

1500 t/min GenSet	1800 t/min GenSet	
1500 – 1470 min ⁻¹	1800 – 1764 min ⁻¹	Tension nominale

1500 t/min GenSet

1800 t/min GenSet

1370 min⁻¹1644 min⁻¹

0.9 x tension nominale

Le diagramme ci-dessous montre le genou de tension.

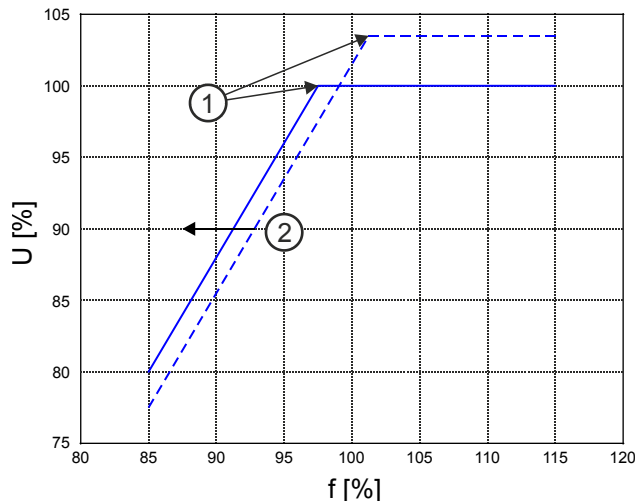


Figure 8. Courbe fréquence tension

U [%]	Tension [% valeur nominale]	①	Coude de tension
f [%]	Fréquence [% valeur nominale]	②	Pente

Pour augmenter la stabilité du moteur, il est possible de régler le genou de tension à plus de 100 % du régime nominal (ligne en pointillés) en coordonnant les consommateurs.

12 Annexe A. Valeurs pour l'évaluation de la performance de fonctionnement en îlotage

A.1. Fréquence générateur

Les valeurs caractéristiques de fréquence tant statiques que dynamiques sont influencées par tout le circuit de régulation (régulation du moteur, AVR, comportement du moteur, moment d'inertie de masse, etc.).

Les paramètres importants pour l'évaluation du comportement en fréquence stationnaire et non-stationnaire d'un groupe conformément à la norme ISO 8528-5, figurent dans l'illustration 9. Le comportement de fréquence est représenté après un saut respectivement positif et négatif de la valeur consigne de fréquence (speed droop). Les valeurs caractéristiques peuvent être consultées dans le tableau 2.

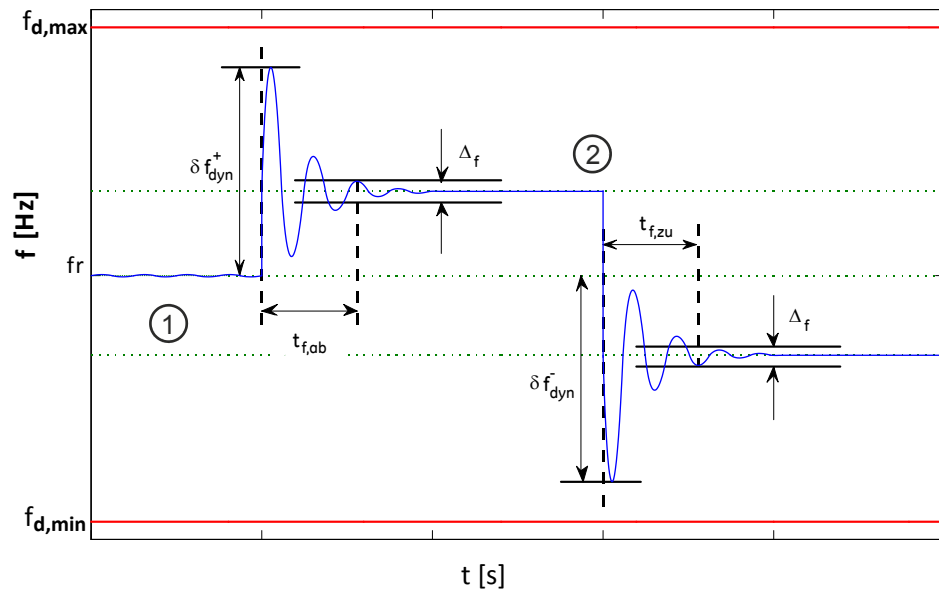


Figure 9. Comportement du temps de réglage de la fréquence

f Fréquence	t Temps
① Délestage	② Mise en circuit de charge

Paramètre	Symbole	Unité	Description
Bande de divergence de fréquence pour la détermination du temps de réglage.	α_f	%	Bande de fréquence autour de la fréquence d'équilibre, dans laquelle la fréquence interviendra durablement durant un temps de réglage prescrit après une mise en circuit ou un arrêt de puissance, exprimée en pourcentage de la fréquence nominale. $\alpha_f = \frac{\Delta_f}{f_r} \times 100$
Bande de fréquences stationnaire	β_f	%	Plage de l'oscillation de fréquence intervenant à une valeur moyenne stationnaire à puissance constante, exprimée en pourcentage de la fréquence nominale.
Fréquence sous-harmonique	$f_{d,min}$	Hz	Divergence de fréquence minimale admissible après une brusque connexion du circuit de charge.
Fréquence harmonique	$f_{d,max}$	Hz	Divergence de fréquence maximale admissible après un brusque arrêt du circuit de charge
Divergence de fréquence (à partir de la fréquence de réseau) dynamique (temporaire) après une connexion du circuit de charge	δf_{dyn}	%	Différence temporaire de fréquence entre la fréquence sous-harmonique et la fréquence nominale intervenant après une brusque connexion du circuit de charge, exprimée en pourcentage de la fréquence nominale.

			La divergence de fréquence dynamique ne doit pas excéder la tolérance de fréquence admissible.
Divergence de fréquence (à partir de la fréquence de réseau) dynamique (temporaire) après une arrêt du circuit de charge	δf_{dyn}^+	%	Différence temporaire de fréquence entre la fréquence harmonique et la fréquence nominale intervenant après un brusque arrêt du circuit de charge, exprimée en pourcentage de la fréquence nominale. La divergence de fréquence dynamique ne doit pas excéder la tolérance de fréquence admissible.
Temps de compensation de la fréquence après une connexion du circuit de charge	$t_{f,\text{zu}}$	s	Temps s'écoulant entre le brusque arrêt du circuit de charge et l'arrivée durable de la fréquence dans la bande de tolérance stationnaire.
Temps de compensation de la fréquence après un arrêt du circuit de charge	$t_{f,\text{ab}}$	s	Temps s'écoulant entre le brusque arrêt du circuit de charge et l'arrivée durable de la fréquence dans la bande de tolérance stationnaire.

A.2. Tension générateur

Le comportement de la tension du groupe est fortement influencée par le comportement de la tension du générateur et éventuellement du régulateur de tension. Le comportement de fréquence statique et dynamique du groupe a également une influence sur le comportement statique et en particulier sur le comportement dynamique dans la plage nominale. Ceci est également fonction de la conception individuelle du groupe. La figure 9 représente les valeurs limites pour la tension après un saut respectivement positif et négatif de la valeur consigne de tension (Voltage droop).

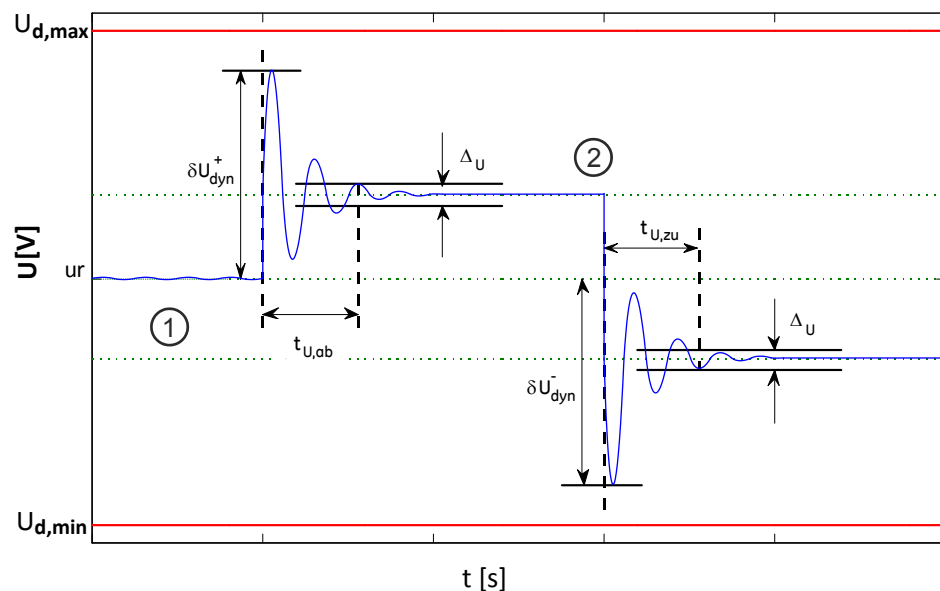


Figure 9. Comportement du temps de réglage de la tension

U Tension	t Temps
① Délestage	② Mise en circuit de charge

Bande de la divergence de tension pour la détermination du temps de réglage.	ΔU	V	<p>Bande de fréquence autour de la tension d'équilibre, dans laquelle la tension aux bornes interviendra durablement durant un temps de réglage prescrit après une mise en circuit ou un arrêt de puissance, exprimée en Volt.</p> $\Delta U = 2\delta U_{st} \times \frac{U_r}{100}$
Différence de tension statique	δU_{st}	%	<p>Divergence de tension maximale par rapport à la tension nominale en fin de processus dynamiques dans la plage du ralenti jusqu'à la puissance nominale, en tenant compte de l'influence du réchauffement et du comportement de la fréquence du groupe.</p> <p>La divergence de tension statique est exprimée en pourcentage de la tension nominale</p> $\delta U_{st} = \pm \frac{U_{st,max} - U_{st,min}}{2U_r} \times 100$
Tension sous-harmonique	$U_{d,min}$	V	Divergence de tension minimale admissible intervenant après une brusque connexion du circuit de charge.
Tension harmonique	$U_{d,max}$	V	Divergence de tension maximale admissible intervenant après un brusque arrêt du circuit de charge.
Divergence de tension dynamique (temporaire) (après une connexion du circuit de charge)	δU_{dyn}^-	%	Différence entre la valeur de crête minimale de la tension aux bornes après une brusque connexion du circuit de charge et la valeur de crête minimale de la tension nominale, rapportée à la valeur de crête minimale de la tension nominale. Elle est exprimée en pourcentage de la tension nominale.
Divergence de tension dynamique (temporaire) (après un arrêt du circuit de charge)	δU_{dyn}^+	%	Différence entre la valeur de crête minimale de la tension aux bornes après un brusque arrêt du circuit de charge et la valeur de crête minimale de la tension nominale, rapportée à la valeur de crête minimale de la tension nominale. Elle est exprimée en pourcentage de la tension nominale.
Temps de compensation de la tension après une connexion du circuit de charge	$t_{U,zu}$	s	<p>Temps s'écoulant entre une brusque connexion du circuit de charge et la reprise ainsi que le maintien de la tension aux bornes dans la plage de la divergence de tension statique en tenant compte du temps de compensation de la fréquence.</p> <p>Remarque : l'importance et la durée du processus de la modification dynamique du régime du moteur ont une influence.</p>
Temps de compensation de la tension après un arrêt du circuit de charge	$t_{U,ab}$	s	<p>Temps s'écoulant entre un brusque arrêt du circuit de charge et la reprise ainsi que le maintien de la tension aux bornes dans la plage de la divergence de tension statique en tenant compte du temps de compensation de la fréquence.</p> <p>Remarque : l'importance et la durée du processus de la modification dynamique du régime du moteur ont une influence.</p>

13 Note de révision

Déroulement de la révision

Index	Date	Description / Résumé des modifications	Expert <i>Vérificateur</i>
6	31.07.2019	Generelle Überarbeitung aufgrund der Einführung der Gen2 Inselregelung / General adoption due to the introduction of Gen2 island operation	Mayer R. <i>Kopecek H.</i>
5	15.04.2019	GE durch INNIO ersetzt / GE replaced by INNIO	Opoku <i>Pichler R.</i>
4	19.12.2014	Anpassung an Diesel / Adaption to Diesel	Bacher/Attia <i>Hirzinger-Unterrainer</i>
3	05.03.2012	Überarbeitung / revision	Bilek <i>Graus</i>
2	16.02.2011	Komplette Überarbeitung / complete revision	Provin <i>Samiento</i>

