AVK

Synchronní bezkartáčové generátory typové řady DIG

Cummins Generator Technologies

Obsah:

1. **Použití**

2. **Výkonová řada**

3. **Definice generátoru**
3.1 Základní údaje
3.2 Krytí
3.3 Chlazení
3.4 Konstrukční provedení

4. **Mechanické provedení**
4.1 Konstrukce
4.2 Stator
4.3 Rotor
4.4 Ložiskové štíty
4.5 Ložiska
4.6 Svorkovnice

5. **Vlivy - snížení výkonu**
5.1 Standardní podmínky
5.2 Závislost výkonu na chladícím médiu
5.3 Závislost výkonu na nadmořské výšce instalace
5.4 Závislost výkonu na cos phi
5.5 Lodní registr
5.6 Třídy zvýšeného krytí
5.6.1 Krytí IP 43
5.6.2 Krytí IPR 44 nebo IPR 54
5.6.3 Krytí IP 44 nebo IP 54

6. **Elektrické vlastnosti**
6.1 Princip regulace
6.1.1 Generátor
6.1.2 Regulátor napětí COSIMAT N+
6.2 Samočinné vybuzení a odbuzení
6.2.1 Samočinné vybuzení
6.2.2 Odbuzení
6.3 Napětí a frekvence
6.3.1 Rozsah nastavení napětí
6.3.2 Chování napětí při ustáleném stavu
6.3.3 Chování při přechodných jevech
6.3.4 Napěťové křivky
6.4 Proudy
6.4.1 Nesymetrická zátěž
6.4.2 Přetížení
6.4.3 Chování při přechodných jevech
6.5 Zatížení vyššími harmonickými frekvencemi
6.6 Nouzový provoz
6.6.1 Nouzové ruční řízení
6.6.2 Stand-by regulátor
6.7 Zapojení hvězdy, proud v nule vinutí

7. **Paralelní provoz**
7.1 Všeobecně
7.2 Podmínky paralelního provozu
7.3 Synchronizace při ostrovním paralelním provozu
7.4 Staniční provoz / rozdělení zatížení
7.4.1 Statika napětí
7.4.2 Regulace cos phí
7.5 Paralelní provoz se sítí
7.6.Kývání

8. **Zkoušky**
8.1 Standardní zkoušky
8.2 Zvláštní zkoušky (za příplatek)

Cummins Generator Technologies
Partner ve výrobě elektrické energie.

Pro výrobu elektrické energie je CGT Váš kompetentní a spolehlivý partner. Nabízíme Vám kvalitu a flexibilitu koncernu, skupinu nezávislých firem, které mají desetileté zkušenosti a inovují svůj vývoj.
Vedle rozsáhlého výrobního programu k celosvětovému použití dodáváme také pro konkrétní zákazníky Engineering k volnému použití. Náš výrobní program sahá od jednotlivých ochranných přístrojů až ke kompletnímu elektrickému vybavení elektráren.
AvK Deutschland, se svým závodem v Ingolstadtu a pobočkou v Dreieichu u Frankfurtu, dodává synchronní generátory a frekvenční měniče.

Nabídneme Vám jednotlivý generátor nebo hotové zařízení pro široký rozsah výkonů. Nestavíme jen na spojitosti a kvalitě v technice, ale také se nám jedná o Vaši spokojenost. Našemu zákaznickému servisu a poradenskému odbytovému oddělení v celém světě klademe důraz na její význam. Certifikace CGT podle DIN EN ISO 9001 zdůrazňuje naše vysoké nároky na kvalitu.

Bezkartáčové synchronní generátory typové řady DIG

1.

Použití

AvK synchronní generátory typové řady 110 – 191 jsou aplikovány v následujících oblastech:

- Použití v průmyslových a námořních zařízeních
- Síťový paralelní provoz se špičkovým zatížením
- Nouzové napájení, například v elektrárnách, průmyslových zařízeních, nemocnicích, mrakodrapech
- Blokové teplárny (BHKW)
- Palubní síť pro lodě
- Dieselelektrický pohon pro lodě
- Zvláštní místo u spotřebitelů, kteří kladou vysoké požadavky na kvalitu sítě
- Přerušení napájení elektrickým proudem – záložní zdroj (USV)
- Frekvenční měnič např. z 50 na 60 Hz

Mohou být použity se všemi druhy pohonů:
vodní turbíny
naftové a plynové motory,
plynové,hydraulické nebo
parní turbíny a také jako
lodní hřídelový generátor.

CERTIFICATE

DET NORSKE VERITAS ZERTIFIZIERUNG UND UMWELTGUTACHTER GmbH

certifies that the company

AvK Deutschland GmbH & Co. KG

in

D – 85051 Ingolstadt

has established a

quality system

in conformity with

DIN EN ISO 9001, 8.94

This Certificate is valid for:

Design, manufacturing and commissioning of synchronous generators up to 30MVA, asynchron motors and frequency converters

This Certificate is valid until:

2001-01-31

Certificate-Registration-No.:

ESN/NS8/X/208

Essen, 1998-01-09

Essen, 1998-01-09

M. Frisitsch

Manager

K. Nordhause

Lead-Auditor

This Certificate is only valid in conjunction with the original Certificate ESN/NS8/X/208.

Typické aplikace

Elektrárna

Kogenerační jednotka

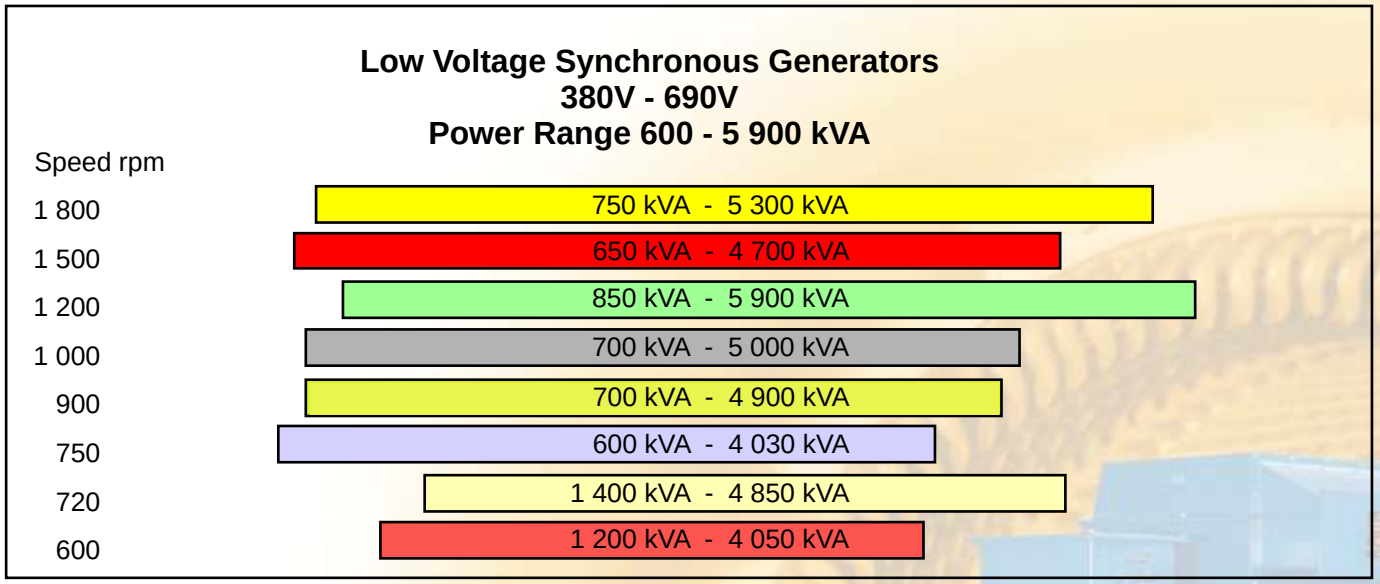
Dieselový agregát pro palubní napájení

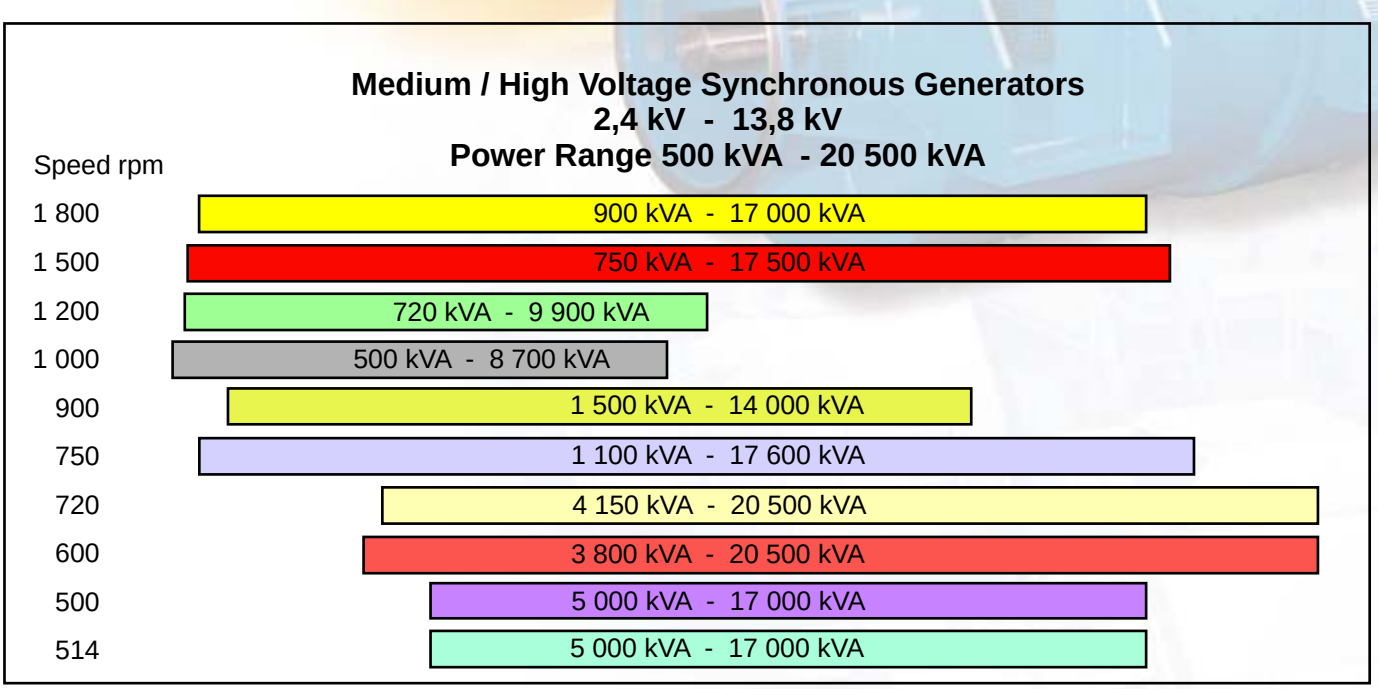
Hřídelový generátor pro palubní napájení

Vodní elektrárna

2.

Výkonová řada podle VDE 0530, krytí IP 23, dimenzování odpovídá kritériím v bodě 3.1





3.

Definice generátoru

Provedení podle DIN EN 60034, VDE 0530, IEC 34

3.1

Základní údaje

Rozsah výkonu:	podle výkonové řady
Rozsah výkonového faktoru :	cos phi 0,8
Rozsah napětí :	3...15 kV
Rozsah frekvence :	50 Hz popřípadě 60 Hz zvláštní frekvence na dotázání
Teplota chladícího prostředí:	40 °C (VDE)
Nadmořská výška:	≤ 1000 m (VDE)
Krytí:	viz 3.2
Způsob chlazení :	viz 3.3
Konstrukční provedení :	viz 3.4

Je možné se dotázat na odchylky od těchto údajů a VDE 0530, aby generátory vyhověly žádaným požadavkům, podmínkám a specifikaci zákazníka. Někdy se také dodávají jiná typová přiřazení k rozsahu výkonu, než jsou uvedeny ve výkonové řadě. Generátory mohou být provedeny podle mezinárodních předpisů jako BS 4999, CIE 2/3, NF 51100, NEMA a podle lodní klasifikace (oddíl 5.5).

3.2

Krytí
IEC 34-5,
DIN VDE 0530-5

Standardní provedení IP 23. Vyšší způsoby krytí, například IP 43, IPR 44, IPR 54, IP 44 a IP 54, provádíme podle požadavků (viz oddíl 5.6).

3.3

Způsob chlazení
IEC 34-6,
DIN VDE 0530-6

Standard je:
IC01/IC0A1,
IC11/IC1A1,
IC21/IC2A1,
IC31/IC3A1,
IC616/IC6A1A6,
IC81W/IC8A1W7.

U zvláštních požadavků krytí můžeme dodat jiný způsob chlazení.

3.4

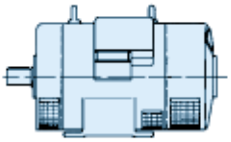
Konstrukční provedení

IEC 34 - 7

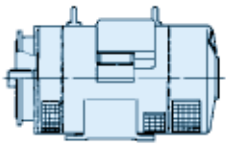
DIN VDE 0530 - 7

Konstrukční velikost DIG 110 až DIG 171 vyrábíme jako standartní v konstrukčním provedení IMB 3, IMB 20 a IM 1305 (B16).

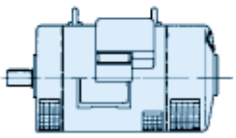
Konstrukční velikost DIG 181 a DIG 191 je upravená do konstrukčního standardního provedení IM 7201 a IM 7211 se dvěma stojanovými ložisky. Jsou možná i jiná konstrukční provedení. Speciální rozměry patek přizpůsobíme k základnímu rámu celého agregátu.



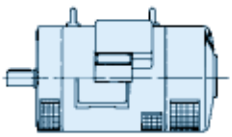
B 3
IMB 3
IM 1001



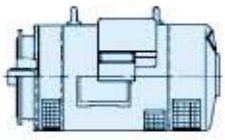
B 3/B 5
IMB 35
IM 2001



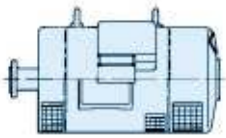
B 20
IMB 20
IM 1101



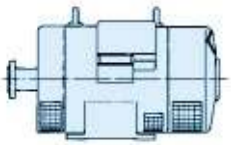
B 20/B 14
IMB 24



B 20/B 5
IMB 25



B 16
IM 1305



B 2
IM 1205

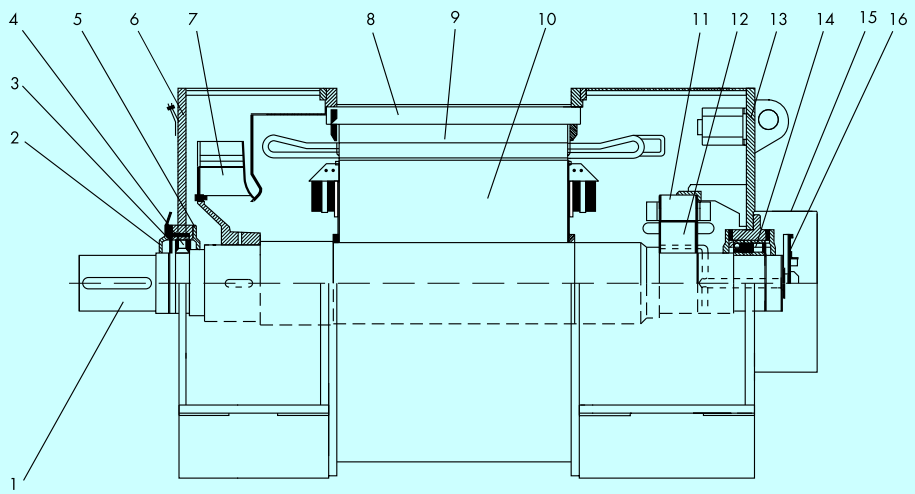
Provedení	B3	B3/B5	B20	B20/B14	B20/B5	B16	B2		B3/B14	D9	Speciální provedení
Řada I	IMB3	IMB35	IMB20	IMB24	IMB25	-	-		IMB34	-	
Řada II	IM1001	IM2001	IM1101			IM1305	IM1205		IM2101	IM7201	
DIG110 až DIG156	●	●	●	●	●	●	●		●		●
DIG163 DIG171	●		●			●	●				●
DIG181 DIG191										●	●

4.

Mechanické provedení

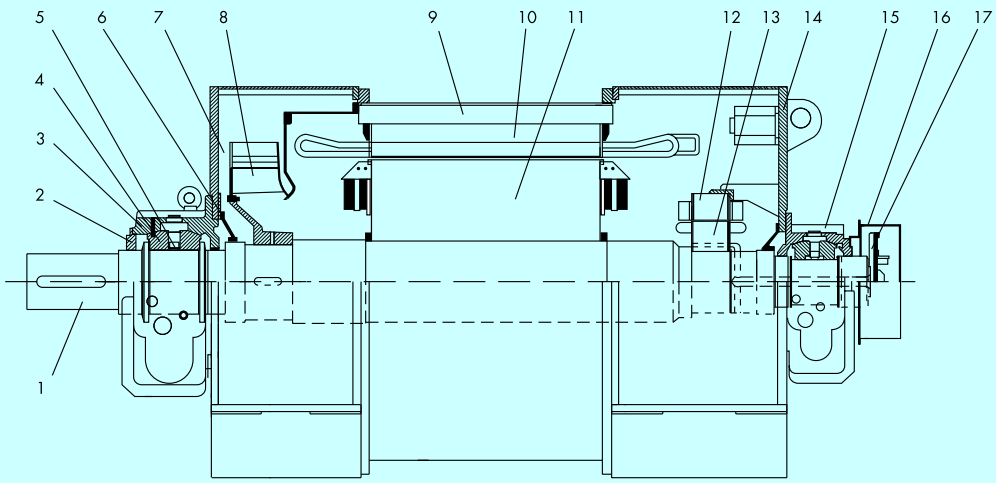
Provedení s valivými ložisky

1 Hřídel
2 Vnější víko ložiska
3 Regulátor množství tuku
4 Valivé ložisko strana A
5 Vnitřní víko ložiska
6 Ložiskový štít strana A
7 Ventilátor
8 Kryt statoru
9 Stator hlavního generátoru
10 Rotor hlavního generátoru
11 Stator budiče
12 Rotor budiče
13 Ložiskový štít strana B
14 Valivé ložisko strana B
15 Kryt usměrňovače
16 Nosič usměrňovače



Provedení s kluznými ložisky

1 Hřídel
2 Labyrintové těsnění
3 Kluzné ložisko strana A
4 Pánev kluzného ložiska
5 Mazací kroužek
6 Víko kluzného ložiska
7 Ložiskový štít strana A
8 Ventilátor
9 Kryt statoru
10 Stator hlavního generátoru
11 Rotor hlavního generátoru
12 Stator budiče
13 Rotor budiče
14 Ložiskový štít strana B
15 Kluzné ložisko strana B
16 Kryt usměrňovače
17 Nosič usměrňovače



4.1

Konstrukce

Generátory se skládají z hlavního generátoru (stroj s vnitřními póly) a budiče generátoru (stroj s vnějšími póly). U generátorů typů DIG 110 do DIG 171 dimenzovaných pro napětí≤ 11,5 kV napájí pomocné budicí vinutí ve hlavním statoru regulátor napětí. Pro rozsah napětí > 11,5 kV do 15 kV přebírá tuto úlohu pomocný budič. U konstrukčních velikostí DIG 181 a DIG 191 umísťujeme, podle aplikace, pomocný budič nebo pomocné budicí vinutí. Zvláštní provedení jsou provedena podle přání zákazníka.

4.2

Stator

Ve svařeném statorovém korpusu je statorpaket složený z dynamových plechů, které jsou společně slisovány do kompaktního bloku. Tím se dosáhne tuhé konstrukce, která respektuje speciální provozní podmínky u dieselových agregátů. Statorové vinutí vyhovuje oteplení ve třídě F podle DIN EN 60034 -1, VDE 0530 -1.
Čela a skupinové spojky vinutí s upevňovacími prvky zajisťují mechanicky pevné spojení odolné proti dynamickému namáhání při proudových rázech.

4.3

Rotor

Rotor s vyniklými póly se skládá ze společně slisovaných plechů nebo z ocelových desek.
Standardně provedená vestavěná měděná klec tlumiče je stejně jako v pólových nástavcích také mezi póly elektricky spojena.
Vinutí rotoru hlavního pólu je vyrobeno z ploché mědi. Vhodné a dostatečně dimenzované konstrukční prvky rotor chrání proti deformacím odstředivými silami. Rotor budiče se skládá z dynamových plechů, v jeho drážkách je třífázové vinutí.

Rotorové vinutí vyhovuje oteplení ve třídě F podle DIN EN 60034-1, VDE 0530 -1. Standardně je rotor vyvážený s polovičním perem podle VDE 0530/ IEC 34 -14. Jiné provedení hřídele vyrábíme po odsouhlasení.

4.4

Ložiskové štíty

Konstrukční velikosti DIG 110 až DIG 171 mají ložiskové štíty svařované nebo litinové.
Podle odpovídajícího konstrukčního provedení jsou v blízkosti ložiska upevněné patky generátoru zajišťující tuhé spojení se základním rámem.

U konstrukčních velikostí DIG140, 150, 156 tvoří patky generátoru dohromady s ložiskovými štíty kompletní celek.

U konstrukčních velikostí DIG 181 a DIG 191 jsou stojanová ložiska našroubována na podstavci stroje. Tím tvoří rotor a stator kompletní celek, který se bezproblémově přepravuje a vhodným zdvihacím zařízením se usadí na připravený základ.

4.5

Ložiska

Standardně jsou u typů DIG 110 až DIG 156 montována valivá ložiska s životností při základním provedení nejméně 30.000 hodin. Na A - straně je použito cylindrické válečkové ložisko a na B- straně kuličkové ložisko nebo dvojité ložisko složené z kuličkového a cylindrického válečkového ložiska. Všechna ložiska jsou domazávacího provedení s regulací množství tuku. Za příplatek dodáváme tyto typy také s kluznými ložisky.

Typy DIG 161 a DIG 171 dodáváme všechny s ložiskovými štíty osazených kluznými ložisky a se samočinným domazáváním. Někdy je nezbytné oběžné mazání nebo chlazení vodou.

Konstrukční velikosti DIG 181 a DIG 191 vyrábíme se stojanovým kluzným ložiskem na A a B straně.
DIG generátory ve dvouložiskovém provedení jsou zásadně osazena jedním pevným a jedním posuvným ložiskem. Pevné ložisko se nachází u valivého uložení na nepoháněné straně, kluzné uložení na poháněné straně. DIG generátory jednoložiskového provedení mají osazené posuvné ložisko na nepoháněné straně.

Vhodné upevňovací prvky chrání ložiska během transportu. Také z bezpečnostních důvodů dodáváme generátory s kluznými ložisky bez olejové náplně.

4.6

Svorkovnice

Hlavní svorkovnici v krytí IP 54 montujeme podle přání zákazníka nahoře nebo na boku krytu generátoru s požadovanými výstupy kabelů.

Ve standardním čtyřsvorkovém provedení slouží tři výkonové svorky - U1 V1 W1 a jedna svorka ke spojení do hvězdy pro konce vinutí U2, V2, W2. Při instalaci například transformátorů proudu pro rozdílovou ochranu a měření, je plánována větší svorkovnice.

U vestavěných transformátorů proudu od AvK tvoří přípojnice z mědi čtvrtou svorku (N).

Nízkonapěťové připojení je podle velikosti generátoru buď v ložiskovém štítu na B straně nebo v pomocné svorkovnici na krytu statoru. Tady jsou připojeny například regulátory, teplotní čidla, sekundární výstupy proudových měničů, měření budicího proudu, topení a podobně. Pokud generátor není v provozu, tyto svorky zajišťují napájení pro topení.

5.

Vlivy snížení výkonu

5.1

Standardní podmínky

Ve výkonné řadě uvedené výkony platí za VDE podmínek, které jsou:

Teplota chladiva:
KT=40 °C
Nadmořská výška :
≤ 1000 m
Standard v AvK :
Krytí IP23
Způsob chlazení IC01

5.2

Závislost výkonu na teplotě chladícího média:

Charakteristika 5.2

Rozhodující je hraniční teplota vinutí. Při snížení teploty chladícího média KT < 40 °C se výkon zvyšuje, při zvýšení KT > 40 °C musíme respektovat pokles výkonu.

Charakteristické hodnoty u zvoleného generátoru, naříklad reaktance, platí obecně pro stanovený rozsah výkonu (S_N).

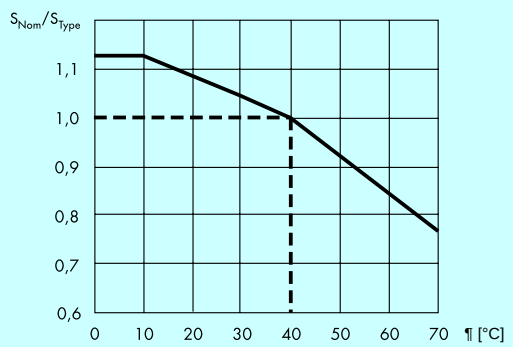
5.3

Závislost výkonu na nadmořské výšce:

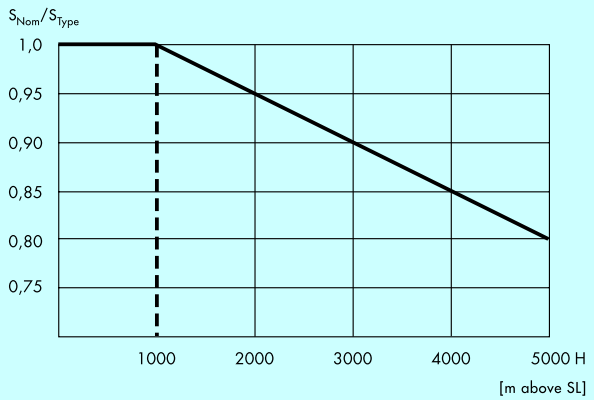
Charakteristika 5.3

Tady s přibývající výškou hustota, a s tím i tepelná jímavost vzduchu klesá. Proto musíme výkon snížit nebo zvolit větší generátor.

Relation between power and coolant temperature — Charakteristika 5.2



between power and installation altitude — Charakteristika 5.3



5.4

Závislost výkonu na cos phi:

Charakteristika 5.4

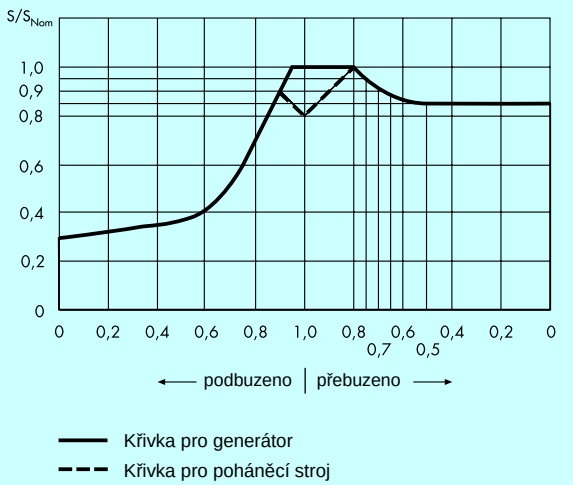
Podbuzená oblast cos phi 0 –1 je ohraničena:

- samostatným provozem v rozsahu napětí daným regulátorem napětí
- stabilitou paralelního síťového provozu - vypadnutí ze synchro-nismu

Přebuzená oblast je rozmezí:

- cos phi = 1– 0,8 - poháněcí stroj dává větší výkon
- cos phi = 0,8–0 - překročeno dovolené oteplení rotoru

Závislost výkonu na cos phi — Charakteristika 5.4:



5.5

Lodní registr

Tady je teplota chladícího média vyšší a dovolené oteplení nižší než pro zemní použití. Je nutné výkon snížit, případně zvětšit typ generátoru.

Připojená tabulka platí pro povolené oteplení v rámci provedení a využití ve třídě F. Dodatečné požadavky u vyšších druhů krytí / IP 23 / Vám zodpovíme při detailním dotazu.

Klasifikační předpisy pro lodě	HT °C	Oteplení K	S_{jmen} / S_{typ}
Německý Lloyd	45	100	0,96
RINA	50	90	0,925
Americký Bureau of Shipping	50	95	0,96
Bureau Veritas	50	90	0,925
Det Norske Veritas	45	90	0,925
Lloyds Reg. of Shipping	45	95[1)] 90[2)]	0,925
Register USSR	45	95	0,96

Informace: DIN VDE 0530 -1

Teplota chladícího média 40 °C, oteplení 105 K pro ≤ 5 000 kVA
oteplení 100 K pro >5 000 kVA

[1]) ≤ 5 000 kVA
[2]) > 5 000 kVA

5.6

Vyšší třídy krytí

Konstrukční a elektrické parametry jsou určeny projektem. Na výkonovém štítku je uvedeno krytí a stanovený výkon.

5.6.1

Krytí IP 43

Krytí IP 43 vyžaduje vestavění prachového filtru. Z důvodu zvýšeného odporu vzduchu je nutné výkon snížit asi o 5 %. Teplotní čidlo generátoru, připojené k vypínacímu zařízení v rozvaděči, hlásí nepřípustné oteplení vinutí a potřebu vyčištění vzduchového filtru.

5.6.2

Krytí IPR 44 nebo IPR 54

Zvýšené krytí, mimo nutného větrání, odvádí přes kanály z prostoru teplo a zmenšuje hladina hluku. Provedení vstupu a výstupu vzduchu na generátoru umožňuje připojení k přívodním a odváděcím vzduchovým šachtám. Velikost dovolené tlakové ztráty v potrubí musí být odsouhlasena výrobním závodem.

5.6.3

Krytí IP 44 nebo IP 54

Tyto způsoby krytí vyžadují použít výměník tepla. U generátoru je rozhodující z chladiče vystupující a do generátoru vstupující teplota chladícího vzduchu.

- Vodou chlazený výměník:

  U obvyklého výkladu výměníku je teplota vstupujícího chladicího vzduchu do generátoru 15 °C nad teplotou vstupní vody. Změna výkonu se odvozuje z charakteristiky 5.2. Snížení výkonu, přes zvýšený odpor vzduchu v chladicím okruhu, nevznikne.

- Vzduchem chlazený výměník:

  Teplota chladícího vzduchu z chladiče vystupující a do generátoru vstupující je taková, aby teplotní spád ve výměníku tepla byl vyšší než venkovní teplota. Při obvyklém výkladu je teplota vstupujícího chladícího vzduchu do generátoru okolo 15 °C výšší než u vstupu do chladiče. Snížení výkonu se také odvozuje z charakteristiky 5.2. Pro zvýšený odpor vzduchu může u prostorově úsporné konstrukce chladícího systému generátoru nastat pokles výkonu. Doporučuje se důkladná prohlídka odpovídající typovému určení.

6.

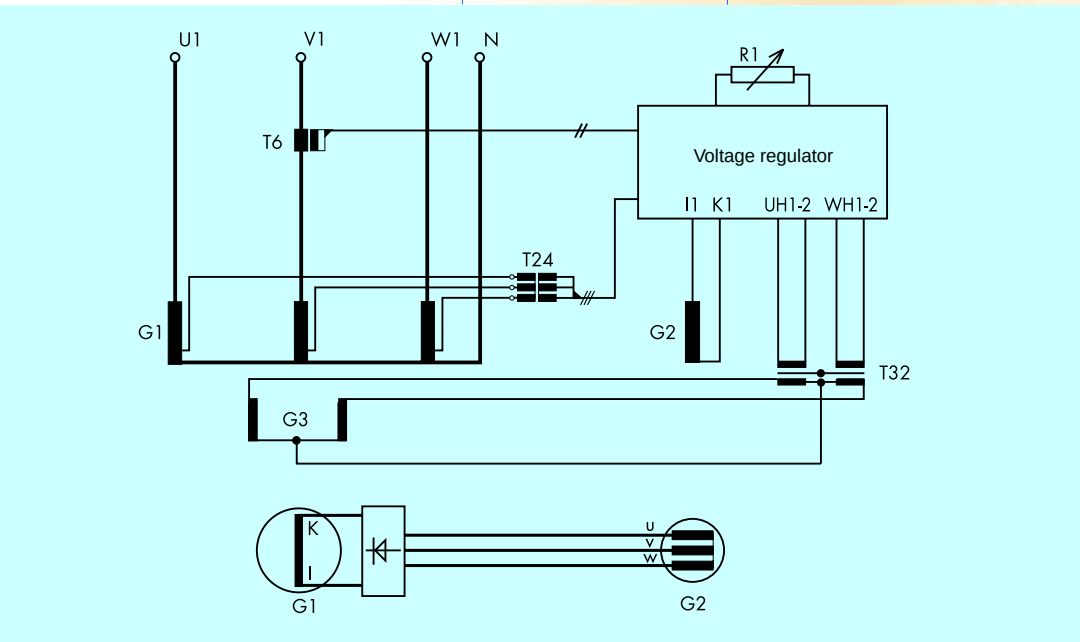
Elektrické vlastnosti

6.1

Princip regulace

S pomocným budícím vinutím

- G1 Hlavní generátor
- G2 Budič
- G3 Pomocné vinutí
- T6 Měřící transformátor proudu
- T24 Měřící transformátor napětí
- T32 Odělovací transformátor
- R1 Regulátor jmenovité hodnoty



6.1.1

Generátor

Pomocné budicí vinutí (G3) napájí napěťový regulátor, který řídí velikost budícího proudu do vinutí bezkartáčového třífázového budiče (G2).
Ve třífázovém rotorovém vinutí vytvořené napětí se usměrňuje obvodem z křemíkových diod a přivádí magnetovému kolu generátoru (G1).
Regulace napětí hlavního generátoru při změně zátížení se provádí změnou budícího proudu ve vinutí G2 regulačním tranzistorem regulátoru napětí.

6.1.2

Regulátor napětí „COSIMAT N+"

Analogový regulátor napětí COSIMAT N+ je standardní konstrukční jednotka, která je ve zkušebně s generátorem nastavena a odzkoušena.
Napájení regulátoru zajišťuje pomocné vinutí v hlavním rotoru nebo pomocný budič.
Aby nedošlo u nesymetrického zatížení k rozdílu fázových napětí, je napětí generátoru měřeno 3- fázově.

Budicím proudem (I1-K1) ve vinutí budiče G2 udržuje regulátor napětí svorkové napětí na hlavním stroji konstantní.
Regulátor napětí COSIMAT N+ je v návodu popsán podrobně.
Pro další funkce dodáváme ke„COSIMATu N+“doplňky a přídavné stavební díly. Např. regulátotor cos phi „QPF“ a další.
Alternativně je generátor osazen digitálním regulátorem BASLER, DECS 100 nebo DECS 200, který se montuje do rozvaděče.

6.2

Samočinné vybuzení a odbuzení

6.2.1

Samočinné vybuzení

- U generátorů ≤11,5 kV s pomocným vinutím je samovybuzení zajištěno pomocí trvalých magnetů v budiči.

- **U generátorů >11,5 kV s pomocným budičem je samovybuzení zajištěno přirozenou remanencí rotoru a optimálně využitého napětí ve statoru pomocného budiče.**

  V ostatních případech se může nabudit cizím napětím asi 10 V ss (Kladný pól na I svorku).

  Cizí buzení nesmí být zapnuto u stojícího stroje.

- U generátorů s pomocným vinutím je toto napětí přiloženo během rozběhu na svorky I1 - K2 budiče. Je nutná blokovací dioda.

- U generátorů s pomocným budičem se cizí napětí krátkodobě přiloží na svorky I2 - K2 pomocného budiče. Generátor musí běžet ve stanovených otáčkách.

6.2.2

Odbuzení

- Při odbuzení musí být proud ve vinutí I1-K1 budiče G2 nulový.
  K přerušení napájení regulátoru dojde odstraněním propojky nebo podle schématu vypnutím příslušného vypínače .
  Přerušení provádíme vždy na regulované napájecí straně u UH1 - UH1 ´ a WH1- WH1 ´.
  Spínací kontakty musí být dimenzovány pro 10A a 220 V AC.

- Respektujte prosím pokyny u platného schématu zapojení.

Upozornění:
Po odbuzení vyrábí generátor dále remanentní napětí asi 15 % UN.
Tato hodnota překračuje limit dotykového napětí !

6.3

Napětí a frekvence

AvK- generátory do 15 kV jsou vyráběny podle VDE 0530 a zahraničních předpisů pro napětí 50 nebo 60 Hz. Naše flexibilita také umožňuje po odsouhlasení realizovat provedení s jiným napětím nebo frekvencí.

6.3.1

Rosah nastavení napětí

DIG generátory jsou standardně dodávany s jedním potenciometrem pro nastavení žádané hodnoty, který je umístěn v rozvaděči. Napětí se jím plynule nastavuje. Podle VDE 0530 je možnost nastavit ±5 % jmenovitého napětí při funkční zkoušce je možné rozsah podle synchronizace rozšířit na ±10 %. Odpor vedení k potenciometru je možné zanedbat u běžných vzdáleností mezi agregátem a rozvodnou deskou.
K propojení je nutný odstíněný kabel. Pro provozní oblast mezi během na prázdno a plným zatížením platí podle VDE 0530, IEC34 napěťový rozsah (0,95...1,05) x UN s uvedenými omezeními.

6.3.2

Chování napětí při ustáleném stavu.

Napěťové poměry při ustáleném stavu. Napěťová přesnost je v rozsahu ±0,5 % až ±1% při následujících podmínkách:

- Od běhu naprázdno do jmenovitého zatížení při cos phi 0,1[1] ... 1

  U studeného a horkého stroje
- Při poklesu počtu otáček o cca 3%

[1] Toto se týká regulačních vlastností. Tepelné dimenzování pro trvalý provoz platí pro cos phi 0,8. Běžná provozní oblast je při cos phi = 0,8...1.

6.3.3

Chování při přechodných jevech

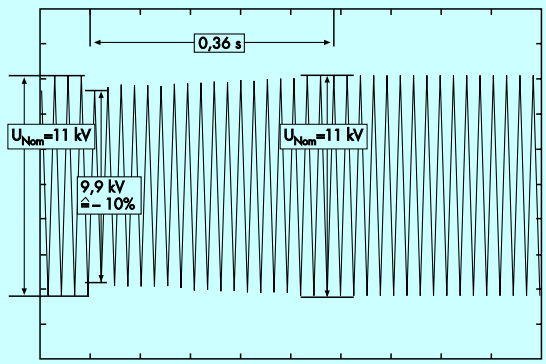
Oscilogramm 1 - připojení
Oscilogramm 2 - odpojení

Změna napětí při náhlém kolísání zatížení závisí na rozptylových úbytcích napětí generátoru G1.

Magnetický obvod a vinutí jsou při nepatrných přechodových napěťových změnách optimálně využity. Vnější veličiny při přechodné napěťové změně jsou:

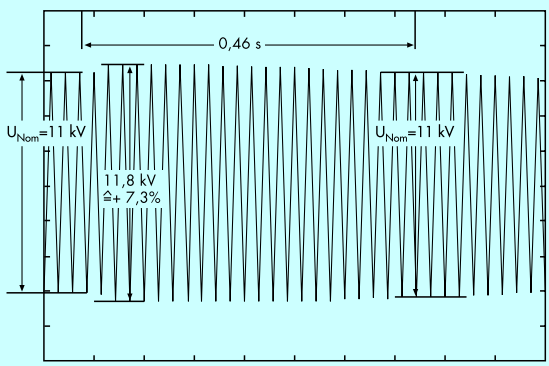
- Relativní účinek proudového rázu a cos phi.
  Při plném zatížení a cos phi 0,8 je např. přechodová napěťová změna cca 18...25 %.
  Menší hodnota platí pro stroje s otáčkami 1500 min^{-1}, větší hodnota pro pomaluběžné stroje od 500 min^{-1}.
  U základního zatížení je přechodová napěťová změna nepatrně nižší než u naprázdno běžícího generátoru.
- Časový průběh napětí tvoří časové konstanty generátoru G1 a budiče G2 včetně použitého regulačního systému, mimo dynamický pokles otáček - vnější vliv.
  K dosažení stanoveného napětí slouží bohatě dimenzovaný budící systém s krátkou dobou odezvy regulace.
  Doba odezvy regulace je podle velikosti generátoru 0,5...0,8 s.

Oscilogram 1 / Připojení



Generátor DIG 150l/8 3300 kVA 11kV 50 Hz 750 min^{-1}
Připojení při 1000 kVA cos phi = 0,1

Oscilogram 2 / Odpojení



Generátor DIG 150l/8 3300 kVA 11kV 50 Hz 750 min^{-1}
Odpojení při 1000 kVA cos phi = 0,1

6.3.4

Napěťové křivky

Sinusový průběh napětí je vytvořen geometrií magnetického obvodu a volbou činitele vinutí statoru.

Běžně je definováno:

- Nizkofrekvenční-harmonický-factor „THF"

Odpovídá požadavku VDE 053.

- Obsah harmonických frekvencí

Při zatížení se symetrickým a lineárním spotřebičem od běhu naprázdno do rozsahu výkonu a cos phi= 0,1...1 je obsah harmonických mezi fázemi ≤ 2%.

Vinutí je optimalizováno tak, aby 5. a 7. harmonická mezi fázemi byla nepatrná. 3. harmonická se pohybuje v rozsahu od ≈ 2% do ≈ 10% mezi fází a nulovým vodičem a je závislá na výkonu.

Při zapojení do hvězdy se mezi fázemi neprojeví, neboť se u fázových vodičů harmonické napětí vzájemně vyruší.
Na přání je možné navrhnout zvlášt uložené vinutí.
Pak se redukuje obsah harmonických pod 3% a podíl jednotlivých harmonických pod 2% také i průběhu napětí mezi fází a nulovým vodičem.
Toto však vede k poklesu výkonu o cca 10%.

6.4

Proudy

6.4.1

Nesymetrické zatížení

Elektrické dimenzování generátoru umožňuje také nesymetrické zatížení.

- Při nesymetrické zátěži bez zatížení ostatních fází je dovoleno odebírat:

a) 60 % stanoveného proudu mezi fází a nulovým vodičem
b) 35 % stanoveného proudu mezi fázemi.

Zároveň činí poměr zpětného proudu I2 k proudu stanovenému In = 20 % a nachází se zřetelně nad požadavkem VDE.

Nesymetrické zatížení způsobí napěťovou asymetrii a dodatečné ztráty, které vedou k patrnému oteplení tlumící klece.
Proto by mělo být zatížení, pokud je to možné, symetricky rozděleno na 3 fáze.
Nesymetrie napětí DU_{NN} cca ±6% je u zatížení typu a) a cca ±4% u zatížení typu b).

- Budou-li jiné fáze dodatečně zatíženy různými proudy, tak se musí velikosti souběžných, zpětných a nulových proudů analyzovat nebo graficky stanovit, aby bylo stanoveno skutečné namáhání generátoru.

  Pro generátor platí, že proud v žádném fázovém vinutí nesmí překročit stanovený proud a poměr zpětného proudu I_2 k stanovenému proudu I_N zůstane menší než 20 %.

- K ochraně celého zařízení AvK doporučuje podle platných předpisů omezit poměr I_2 / I_N na ≤ 0,08.

6.4.2

Přetížení

- Podle VDE 0530 jsou generátory dimenzovány pro 1,5 násobek stanoveného proudu trvající do 30 s.

- Pro spalovací motory je přetížení přizpůsobeno na 1,1 násobek stanoveného proudu, trvající 1h v průběhu 6 h.

- Dostatečně dimenzovaný budič dovoluje krátkodobé přetížení až 1,8 násobku stanoveného proudu po dobu 10 s, aniž by stanovené napětí pokleslo.
  Tato krátkodobá přetížitelnost se například využívá při rozběhu asynchronních motorů.

6.4.3

Chování při přechodových jevech

- Parametry stroje jsou vhodně stanoveny, aby byl nízký rázový zkratový proud. Ten odezní podle velikosti stroje během 0,3...0,6 s a přejde na trvalý zkratový proud.

- Rozhodující komponenty jsou dimenzované tak, že generátor dodá při 3-fázovém svorkovém zkratu 2,5- až 4 násobek stanoveného proudu za 3 s. U 2- fázového zkratu je trvalý zkratový proud (1,4...1,7) krát vyšší. Tak mohou ochranná zařízení zajistit selektivní odpojení porušené sítě.

Například pro lodní registr je obecně požádován rozsah $I_K = (3...6) \times I_N$.
Při vzrůstajícím budícím výkonu dojde při měnícím se zkratu ke krátkodobému vzestupu napětí přibližně až do stanoveného napětí.
Tento napěťový nárůst je možný také při rušení napěťového regulačního systému. Předem jsou pro spotřebič stanoveny požadované ochrany v rozvaděči.

6.5

Zatížení vyššími harmonickými frekvencemi

Usměrňovač proudu jako spotřebič s nelineárními zatěžovacími proudy způsobí vyšší harmonické v napěťové křivce.
Měl by být malý obsah harmonických frekvencí (viz také oddíl 6.3.4), aby byly nízké ztráty v generátoru a v zařízení a zajištěna bezvadná funkce připojených elektrických přístrojů.
To předpokládá malou podélnou reaktanci xd", které se dosáhne zvláštním dimenzováním tlumící klece.

U velmi vysokého zatížení usměrňovačem může být nutné naddimenzování generátoru a také to vyžaduje speciální magnetický obvod. V návaznosti s tím se zvyšuje rázový zkratový proud.
Opatření u generátoru závisí na relativním zatížení usměrňovačem, na spotřebičem vynucených vyšších proudových harmonických a dovoleném napěťovém harmonickém zkreslení.

Doporučuje se zpětný dotaz u výrobce, aby bylo celé zařízení optimální.

6.6

Nouzový provoz

Při zvýšených bezpečnostních požadavcích existuje možnost (při poruše elektronického regulátoru napětí) generátor dále provozovat manuálním řízením nebo může být přepojen Stand-by-regulátorem.

6.6.1

Nouzové ruční řízení

Elektrické napájení budicího vinutí se zajišťuje pomocí regulačního transformátoru s připojeným usměrňovačem a vede se do budícího vinutí I1 – K1 budiče G2. Místo regulačního transformátoru můžeme také použít 300 watový nastavitelný odpor.
Manuální sledování správného buzení zvláště u nárazového zatížení je velmi obtížné. Nouzové ruční řízení je proto možné jen u přibližně konstantního zatížení v ostrovní síti nebo u paralelního síťového provozu.

6.6.2

Stand-by-regulátor

Nevýhody ručního nouzového řízení odpadnou při nasazení Stand-by-regulátoru. Generátor může být po přepojení na tento regulátor dále provozován.

Celková regulační jednotka – hlavní regulátor, Stand-by-regulátor, manuální nebo automatické přepínací zařízení se montuje do rozvaděče.

6.7

Zapojení do hvězdy/proud nulovým vodičem

DIG generátory jsou dimenzovány podle VDE 0530 -1. Mohou být provozovány s pevně uzemněným nebo také s neuzemněným zapojením do hvězdy.
Způsob uzemnění hvězdy je stanoven druhem ochrany připojené sítě nikoliv generátorem. Tady jsou uvedeny některé možnosti uzemnění hvězdy (nulového bodu):

a) Nízkoohmové (pevné) uzemnění:

Při uzemnění několika hvězd (například hvězda generátoru a hvězda transformátoru nebo několik hvězd generátorů) se mohou vyskytovat vysoké vyrovnávací proudy vyšších harmonických (hlavně lichých), které vysoce tepelně namáhají vinutí a především nulový vodič. Pak je nutné redukování, eventuálně tlumení těchto proudů v nulovém vodiči. Při fázovém zemním spojení mohou vzniknout velmi vysoké proudy. Vysoké zemní proudy mohou způsobit přehřátí vinutí nebo plechového paketu. Proto se doporučuje použít rozdílovou ochranu s rychlým vybavením.

b) Uzemnění přes odpor :

Hraniční proudy při fázovém zemním zkratu ohrožují zpravidla kromě vinutí ještě kabely. Uzemnění nulového vodiče přes odpor je dimenzováno většinou pro krátkodobý provoz. Toto musí být respektováno v selektivní ochraně.

c) Neuzemněný bod hvězdy

Předpokládá neuzemněný síťový systém, to znamená, nejen hvězda generátoru je bez uzemnění, ale také celá síť pracuje bez uzemněného bodu hvězdy.
Následující odstavec nepopisuje účinky uvnitř sítě, nýbrž účinek na generátor:

Při zemním spojení v neuzemněné síti může být jedna fáze spojena se zemí delší dobu.
Izolace vinutí generátoru je pak namáhána proti zemi 3krát vyšším napětím.
Podle VDE 0530 -1 může tento stav trvat jenom omezený čas.
Pokud se očekává, že stroj bude v těchto podmínkách provozován delší dobu, pak musí být vinutí provedeno s vyšší izolací.

7.

Paralelní provoz

7.1

Všeobecně

Paralelní provoz při odpovídajícím počtu agregátů umožňuje optimální zatížení a příznivou účinnost. Mimo toto se zvyšuje spolehlivost provozu zařízení, protože při výpadku jednoho agregátu a odpovídajícímu přizpůsobení, mohou tento výkon dodat ostatní agregáty.

7.2

Podmínky paralelního provozu

Paralelně pracující generátory do sítě musí splňovat následující podmínky pro synchronizaci, to znamená stejné:

Napětí,
frekvenci,
sled fází,
fázovou polohu

Před připojením jsou dovolené tolerance:
Rozdíl napětí: 5 % z U_N
Rozdíl frekvence: 2 % z f_N

Tolerance kmitočtu platí pro normální dieselové agregáty. Při provozu s přídavnou setrvačnou hmotou je dovolena menší hodnota.

Aby se předešlo chybné synchronizaci, například zásahem nekvalifikované obsluhy, měla by synchronizační jednotka sepnout výkonový spínač teprve tehdy, až jsou splněny předesané podmínky synchronizace.
Pro paralelním zapojení musí být vyrovnáno činné a jalové zátížení.

7.3

Synchronizace při paralelním ostrovním provozu

Tato funkce se dá použít jen u strojů stejného typu a vyžaduje současný start dieslových agregátů. Generátory se v zastaveném stavu společně elektricky spojí. Se zvyšujícím počtem otáček se generátory nabuzují a dochází k provoznímu souběhu.

Aby vyrovnávací proudy, které protékají v hlavních vedeních UVW až do vtažení do synchronismu, nepřekročily stanovené hodnoty, je omezen budicí proud u napájení na počátku buzení (12V DC). Blokovací dioda odděluje 12 V baterii od regulátoru. Mimo toto je napájení regulátoru podle 6.2 „Odbuzení" během rozběhu rozpojeno a po dosažení stanovených otáček znovu připojeno. Potom napětí regulátoru na svorkách I1 – K2 stoupá nad napětí baterie. Blokovací dioda zamezí zpětnému proudu do baterie, která se potom může odpojit.

7.4

Staniční provoz / Rozdělení zatížení

- Pro činné zatížení je rozhodující poměr počtu otáček hnacích strojů.
- Pro zatížení je rozhodující poměr napětí generátorů.

Je možné použít následující metody jalového zatížení:

7.4.1

Statika napětí

Zde se stanoví závislost svorkového napětí na jalovém proudu.
Úměrné rozdělení jalového zatížení vyžaduje stejnou statiku napětí.
Závislost cos phi na napěťové statice způsobí, že u paralelního provozu se sítí a při změně síťového napětí zůstane změna zdánlivého výkonu malá.
Tento postup můžeme použít až do kolísání síťového napětí ±2 %.

Velikost statiky napětí u stanoveného proudu:

0 %	při cos phi = 1
1,3 %	při cos phi = 0,9
1,8 %	při cos phi = 0,8
3 %	při cos phi = 0

Podle zkušeností se stabilním paralelním provozem je statika napětí v závodě nastavena na 3 % při jmenovitém proudu a cos phi 0,1. K přizpůsobení na jiné výrobky je možné nastavit statiku napětí plynule v rozsahu 0 %...6 % jmenovitého napětí.

7.4.2

Regulace cos phi

Tento postup se používá u síťového paralelního provozu se silně kolísavým síťovým napětím. Regulátor cos phi, přidaný v generátoru nebo v rozvaděči, řídí regulátor napětí COSIMAT N+ generátoru za účelem dodržení nastaveného učiníku. To znamená, že napětí generátoru je automaticky podřízeno napětí sítě.

7.5

Paralelní provoz se sítí

Protože síť má ve většině případů mnohem vyšší zkratový výkon než mají generátory , nemá počet paralelně běžících agregátů význam a nemůže ovlivnit jmenovité hodnoty.
Z toho důvodu je kolísání napětí tvořeno skoro jen sítí.

U změny síťových napětí DU $\leq$ 2% je aplikovatelná statika napětí podle bodu 7.4.1.

U změny síťových napětí DU >2% se zapojí regulátor cos phi.
Ten přes buzení ovlivňuje napětí generátoru, které automaticky sleduje napětí sítě. Proto zůstane nastavený učiník stálý při kolísání sítě i různém zatížení generátoru.
Při požadavku nastavení určitého učiníku v síti, musíme k regulátoru cos phi instalovat transformátory proudu.

Aby nebyl budící okruh přetížený, doporučuje se omezovač budicího proudu. Omezovač omezí budicí proud na dimenzovanou hodnotu pro rozsah výkonu při cos phi = 0,8.
Dále existuje možnost, ovlivnit dodávání jalového výkonu regulátorem jalového výkonu.
Se zřetelem na přípustné dlouhotrvající kolísání napětí a kmitočtu platí ustanovení v DIN VDE 0530 -1, oddíl 12.3, obrázek 10 a 11.
Odchylka napětí a frekvence od stanovených hodnot vždy způsobuje při konstantním stanoveném zatížení vyšší oteplení. To sníží životnost vinutí a s tím celého stroje.
Zvýšení napětí způsobí vyšší oteplení železa v hlavním stroji, které se převede na vinutí.
Snížení napětí způsobí vyšší proud a tudíž vyšší oteplení vinutí.

Překročení dovolené teploty u příslušné třídy oteplení dále životnost vinutí snižuje, proto bychom se měli vyhnout delšímu provozu na hranicích parametrů (oddíl A v DIN VDE 0530-1). Toto zajišťuje, aby byl stroj provozován podle v odpovídajícího projektu a s dimenzovanými provozními parametry.

7.6

Kývání

Toto pravidelné kolísání činného i jalového výkonu vyvolává nestejný průběh točivého momentu u pístových motorů.
Aby se kývání v paralelním provozu tlumilo, jsou do generátorů vestavěny sériově zapojené tlumící klece.

8.

Zkoušky v závodě

8.1

Standardní zkoušky

1. Měření odporů za studena
2. Měření remanentního napětí
3. Napěťová souměrnost
4. Kontrola točivého pole
5. Zatěžovací charakteristika při cos phi = 0,1
6. Kontrola nastavení žádané hodnoty / napěťového rozsahu
7. Regulátor napětí

7.1 Nastavení regulátoru napětí

7.2 Nastavení pod-otáčkové ochrany

7.3 Nastavení při paralelním provozu

8. Krátkodobé přetížení při cos phi = 0,1 nebo při zkratu
9. Zkouška vinutí indukovaným napětím
10. Odstředivá zkouška při 120% jmenovitých otáček
11. Vysokonapěťová zkouška
12. Měření izolačních odporů
13. Nastavení přídavných modulů k regulátoru napět

Závěrečná přejímka:

Celkové přezkoušení konstrukce,
napěťového rozsahu,
zkouška propojení,
označení,
schéma zapojení,
jmenovité údaje,
klidové topení ,
teplotní čidla atd.

8.2

Zvláštní zkoušky (za příplatek)

1. Charakteristika běhu naprázdno
2. Charakteristika při zkratu
3. Určení účinnosti (samostatných ztrát)
4. Průběh oteplení
5. Měření hluku
6. Připojení a odpojení zatížení
7. Analýza harmonických frekvencí
8. Zkratová zkouška
9. Měření ustáleného zkratového proudu
10. Měření chvění

Technické změny vyhrazeny.

AVK

AvK Generátory s.r.o.

DIČ: CZ49611542
IČO: 49611542

Obchodně technická kancelář
AvK Generátory s.r.o.
ul.4. května 175 (budova Simex Control)
755 01 Vsetín
Tel.: +420 571 413 322
Mobil: +420 734 631 974

Zastoupení pro CZ a SK

Cummins Generator Technologies