

مهندس/أحمد عيسى



الطرق الحسابية المختلفة لمعرفة

قدرة المولد الكهربائي

(أمثلة عملية)

مقدمة عن المولد الكهربائي

المولد الكهربائي :-هو جهاز ميكانيكي يحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية بوجود مجال مغناطيسي. ويعمل المولد الكهربائي على مبدأ الحث الكهرومغناطيسي والذي هو الأساس في توليد التيار الحثي. وقد تطورت صناعة المولدات الكهربائية كثيراً من حيث إنتاج التيار الحثي المقوم إلى درجة عالية جداً، ويوجه المولد الكهربائي التيار الكهربائي للتدفق خلال دائرة كهربائية خارجية، كما أن مصادر المولد الكهربائي عديدة منها ما هو محرك متردد ومنها التوربينات التي تستخدم المحركات البخارية في عملها، أو عن طريق تساقط المياه في التوربينات والتي تعرف بالطاقة المائية، أو بمحركات الاحتراق الداخلي، أو توربينات الرياح، أو الهواء المضغوط، أو أي مصدر آخر من مصادر الطاقة الميكانيكية.

المولدات الكهربائية تغذي جميع الشبكات الكهربائية تقريباً

ويتم التحويل عكسياً من الطاقة الكهربائية إلى الطاقة الميكانيكية عن طريق المحرك الكهربائي، والمولدات والمحركات الكهربائية لديها العديد من أوجه التشابه، كما أن العديد من المحركات الكهربائية يمكن أن تكون مدفوعة ميكانيكياً لتوليد الكهرباء، وكثيراً ما تجعل المحركات المولدات مقبولة عملياً

أحد أهم الجوانب التي يجب التفكير فيها هو كيفية استخدام المولد مع توفر الكثير من المعلومات ، من السهل الخلط بين المصطلحات الفنية والحقائق والأرقام الموجودة على الإنترنت . لذا ، فلنبدأ بتصنيفات الطاقة لمولدات الديزل.

المواصفة القياسية الدولية لمولدات الديزل بموجب ISO 8528 مجموعات توليد التيار المتردد المدفوعة بمحرك الاحتراق الداخلي ، هناك أربعة تصنيفات رئيسية للطاقة يمكن تصنيف مجموعات مولدات الديزل ضمنها:

- **Prime Power (PRP)**
- **Emergency Standby Power (ESP)**
- **Limited-Time Running Power (LTP)**
- **Continuous Power (COP)**

المكونات التي تشكل تصنيف الطاقة للمولد هي وقت التشغيل السنوي ، وتغير الحمل ومتوسط عامل التحميل من المهم أن نتذكر أنه يمكن استخدام مجموعة المولدات وفقاً لتصنيفات مختلفة ، ومع ذلك ، سيختلف أداء مجموعة المولدات.

1- Prime Power Generators

بموجب ISO 8528 ، يكون وقت التشغيل السنوي المتوقع لمجموعة المولدات الأولية غير محدود بمتوسط عامل تحميل 70٪ + من التصنيف الرئيسي . يجب أن تكون المولدات الأولية موثوقة ودائمة .

2-Emergency Standby Generators

يوحي الاسم ، يتم استخدام المولدات الاحتياطية في حالات الطوارئ أو عند انقطاع التيار الكهربائي يتم استخدامها في العديد من الصناعات التي تحتاج إلى طاقة موثوقة مثل الرعاية الصحية والبناء وكذلك من قبل المنازل والشركات في المناطق الريفية والنائية . على عكس مولد الطاقة الأساسي ، تم تصميم المولد الاحتياطي ليكون له استخدام محدود سنوياً (أقل من 200 ساعة تقريباً في السنة بمتوسط عامل تحميل 70٪ + من التصنيف الاحتياطي) ولكن يمكنه دعم الأحمال المتغيرة ، مثل prime genset.

3-Limited Time Running Power Generators

يمكن للمولدات التي لديها تصنيف طاقة تشغيل محدود الوقت أن تعمل بتغير أحمال غير محدد لما يصل إلى وقت تشغيل سنوي متوقع يصل إلى 500 ساعة أو أقل . لديهم أيضاً متوسط عامل تحميل بنسبة 100٪ + من التصنيف الرئيسي.

4-Continuous Power Generators

مولدات الطاقة المستمرة تشبه إلى حد بعيد مولدات Prime لديهم وقت تشغيل سنوي متوقع غير محدود مثل المولد ؛ ومع ذلك ، فهي تتطلب تقلباً ثابتاً في الحمل ، ولديها متوسط عامل تحميل بنسبة 100٪ ولا يمكن تحميلها بشكل زائد على عكس المولد الأساسي . تُستخدم المولدات المستمرة في الغالب في المواقع النائية وهي حل مثالي لتطبيقات الحمل الأساسي ، مثل تشغيل المضخات في المزارع وأنظمة التهوية في المناجم تحت الأرض .

Generator Set Rating Definitions



APPLICATION	Emergency Standby Power (ESP)	Limited Time Prime (LTP)	Prime Rated Power (PRP)	Continuous Operating Power (COP)
Load type	Variable	Constant	Variable	Constant
Annual operating hours	200	500	Unlimited	Unlimited
Average load	70%	100%	70%	100%
Overload	No	No	+10% (1 hour in 12)	No

Alternator Rating Definitions

APPLICATION	Standby	Prime / Continuous
NEMA MG1-32	Standby	Continuous
ISO 8528-3	Peak Continuous	Base Continuous
Allowable Temperature rise	150 / 40	125 / 40
Duty cycle (IEC 60034-1)	S10 or S1	
Load type	Variable or constant	

ISO 8528-1 Rating	Emergency Standby Power	Prime Rated Power	Limited Time Prime	Continuous Operating Power	Data Centre Power
Load Profile	Variable	Variable	Constant	Constant	Variable OR Constant
Max Annual Run Hours	200	Unlimited	500	Unlimited	Unlimited

أنواع المولدات

Whole House Generator



Portable Generator



Inverter Generator



Gasoline Generator



Diesel Generator



Solar Generator



Natural Gas Generator



طرق حساب قدرة المولد للمشاريع

يتم حساب قدرة المولد للمشاريع بعدة طرق كالتالى :-

1- طريقة القياس Measurement 220.87 Exception NEC 2017

وتستخدم للمباني القائمة بالفعل وهى عن طريق استخدام clamp-on Amp meter لقياس مستويات تحميل المنشأة مع أخذ القياس خلال مستويات الاستخدام القصوى.

$$240V \ 1\phi \text{ Applications } (L1 + L2)120 / 1000$$

$$3\phi \text{ Applications } \text{Peak Amps} = (L1 + L2 + L3) / 3$$

$$kW = [(Peak \ Amps \times Volts) \times 1.732] / 1000$$

حجم المولد أكبر بنسبة 20 إلى 25٪ من ذروة الحمل.

2- طريقة معرفة الأحمال من الفواتير المؤرشفة Billing History Method NEC2017-220.87

تستخدم أيضا للمباني القائمة بالفعل

ويكون حجم المولد 25٪ أكبر من أكبر طلب في وقت الذروة.

3- طريقة تجميع الأحمال LSM

تستخدم الخطوات التالية لمعرفة قدرة المولد :-

➤ تجميع أحمال التشغيل المستقرة لجميع المحركات بإستثناء (الحمل الأكبر) المتوقع تشغيلها اثناء فترة الذروة

➤ تجميع جميع الأحمال الأخرى (غير المحركات) المتوقع تشغيلها اثناء فترة الذروة

➤ تجميع الأحمال من الخطوة الأولى والثانية مع أحمال التشغيل العابر Starting لأكبر محرك

➤ إختيار المولد مع إضافة 25% لو كان يستخدم لنشاط تجارى أو 20% لو كان لنشاط سكنى

➤ التأكد من أن انخفاض الجهد يقع ضمن الحدود المقبولة من خلال مقارنة LRA
للمحرك بال generator surge

➤ التأكد من توافق المولد مع UPS

Motor load running total (minus largest motor): _____ kW
Non-motor load total _____ kW
Starting load from largest cycling motor: _____ kW
Total electrical loads: = _____ kW
Select generator: Commercial (add 20 to 25% to total kW)
Residential (add 10 to 20% to total kW)

مثال رقم 1

EXAMPLE		
DESCRIPTION	RUNNING WATTS	ADDITIONAL STARTING WATTS
1. Refrigerator/Freezer	700	2200
2. Furnace Fan Blower – 1/2 HP	800	2300
3. Washing Machine	1150	2250
4. Range Oven/Stove Top	8000	0
5. Sump Pump 1/3 HP	800	1300
6. Well Pump 1/2 HP	1050	2100
7.		
	TOTAL RUNNING WATTS	HIGHEST ADDITIONAL STARTING WATTS
	12500	2300
TOTAL RUNNING WATTS + HIGHEST ADDITIONAL STARTING WATTS =		
TOTAL STARTING WATTS NEEDED		14800

مثال رقم 2

المطلوب إختيار قدرة المولد اللازمة للأحمال التالية :-

- محركان بقوة 200 حصان ، رمز G ، كفاءة تشغيل بنسبة 92٪ ، ومعامل القدرة عند بدأ التشغيل العابر يساوى 0.25 ومعامل القدرة أثناء التشغيل المستقر يساوى 0.91
- وأحمال إنارة فلورسنت بإجمالى 100 كيلو فولت أمبير ومعامل القدرة تساوى 0.95

الحل

أولاً:- حسابات المحركات

$$RkW = (200 \text{ hp} \times 0.746 \text{ kW/hp}) / 0.92 = 162.2 \text{ kW}$$

$$RkVA = 162.2 \text{ kW} / 0.91 \text{ PF} = 178.2 \text{ kVA}$$

$$SkVA = 200 \text{ hp} \times 5.9 \text{ kVA/hp} = 1180 \text{ kVA}$$

$$SkW = 1180 \text{ kVA} \times 0.25 \text{ PF} = 295 \text{ kW}$$

ثانياً:- حسابات الإنارة

$$RkW = 100 \text{ kVA} \times 0.95 \text{ PF} = 95 \text{ kW}$$

$$RkVA = 100 \text{ kVA}$$

$$SkVA = 100 \text{ kVA}$$

$$SkW = 100 \text{ kVA} \times 0.95 \text{ PF} = 95 \text{ kW}$$

Load	RkW	RkVA	SkW	SkVA
200hp Motor	162.2	178.2	295	1180
200hp Motor	162.2	178.2	295	1180
Lighting	95	100	95	100
Total	419.4	456.4	685	2460

قدرة المولد المطلوب = $552 = 95 + 295 + 162.2$ كيلو فولت أمبير

الأفضل إختيار مولد = **500** كيلو وات لأحمال المستقبل

ملاحظة :- يتم قبل إختيار المولد تطبيق Derating Factor للمولد سيتم ذكره بعد قليل بالتفصيل.

مثال رقم 3

المطلوب إختيار قدرة المولد اللازم للأحمال الآتية :-

الحمل الأول :- 72 وحدة إنارة فلوروسنت تحتوى كل وحدة على مصباحين كل مصباح بقدرة 40 وات من النوع السريع البدء وتعمل على جهد 220 فولت

الحمل الثانى :- 7 سخانات تعمل كل منها عند جهد 220 فولت وتيار المقنن 20 أمبير

الحمل الثالث :- 4 محركات أحادية الوجه قدرة المحرك 5 حصان وتبدأ معا فى لحظة واحدة وتوصل مباشرة على الخط عند جهد 220 فولت والكفاءة لكل منهم 78% ومعامل القدرة أثناء الدوران 80%

الحمل الرابع :- 5 ماكينات لحام أحادية الوجه تعمل عند جهد 220 فولت تيار الماكينة الواحدة 19 أمبير ومعامل القدرة 40% Lagging

الحمل الخامس:- ثلاثة محركات ثلاثية الوجه تعمل على جهد 380 فولت وتبدأ تيار بدء مباشرة وقدرة المحرك 3 حصان

الحمل السادس :- محرك ثلاثى الوجه قدرته 80 حصان يبدأ بمحول ذاتى بمعامل قدرة 80% وجهد 380 فولت

الحمل السابع:- محرك ثلاثى الأوجه قدرته 80 كيلو وات تيار البدء له ستار دلتا على جهد 380 فولت

الحل كالتالى :-

Starting Load	Running Load
الحمل الأول	
لا يوجد	$P1=88 \times 24 / 1000 = 2.1 \text{ KW}$
	$S1=2.12 / 0.95 = 2.22 \text{ KVA}$
الحمل الثاني	
لا يوجد	القدرة القصوى للوجه $S2=P2=3 \times 220 \times 20 / 1000 = 13.2 \text{ KW}$
الحمل الثالث	
يأخذ معامل البدء 7.1 وبالتالي القدرة العابرة تساوي $Ss3=7.1 \times 5 \times 2 = 71 \text{ KVA}$	$S3=2 \times 5 \times 0.746 / 0.78 = 9.6 \text{ KW}$ $S3=9.6 / 0.8 = 12 \text{ kVA}$
الحمل الرابع	
لا يوجد	$S4=2 \times 220 \times 19 / 1000 = 8.36 \text{ KVA}$ القدرة القصوى للوجه $S4=8.36 \times 0.4 = 3.6 \text{ KW}$
الحمل الخامس	
حيث إن المحركات تبدأ مباشرة معامل البدء لها 7.1 وبالتالي فإن القدرة العابرة تساوي $Ss5=3 \times 7.1 = 21.3 \text{ KVA}$	$P5=3 \times 3 \times 0.746 / 0.825 = 8.1 \text{ KW}$ $S5=8.1 / 0.82 = 9.87 \text{ KVA}$
الحمل السادس	
حيث أن المحرك يبدأ بمحول ذاتي له نقطة تفرع عند 80% $Ss6=4.544 \text{ PM}$ $Ss6=4.544 \times 80 = 363 \text{ KVA}$	$P6=80 \times 0.746 / 0.905 = 65.9 \text{ KW}$ $S6=65.9 / 0.91 = 72 \text{ KVA}$
الحمل السابع	
حيث أن المحرك يبدأ ستار دلنا لذلك فإن $Ss7=2.343 \text{ PM}$ $Ss7=2.343 \times 134 = 313.9 \text{ KVA}$	$P7=134 \times 0.746 / 0.912 = 109.6 \text{ KW}$ $S7=109.6 / 0.91 = 120.4 \text{ KVA}$

محصلات القدرة الفعالة

$$P1-4=3X (2.112+13.2+9.6+3.6) =90 \text{ KW}$$

$$S1-4=3x (2.22+13.2+12+8.3) =38 \text{ KVA}$$

Starting	Running			رقم الحمل
Ss (KVA)	S(KVA)	P (KW)	PF	
21.3	114	90	0.789	1_4
21.3	9.87	8.1	0.82	5
363.52	72.4	65.9	0.91	6
313.9	109.6	100	0.91	7
	305.8	264	0.86	الحمل الكلى

إذا قدرة المولد تكون كالتالى :-

$$Ss=114+9.87+363.52+109.6=596.99 \text{ KVA}$$

ثم نختار اقرب قدرة للمولد 625 KVA

ملاحظة :- يتم قبل إختيار المولد تطبيق Derating Factor للمولد سيتم ذكره بعد قليل بالتفصيل.

4-طريقة المعادلات :-

نقوم بإستخدام المعادلات التالية لمعرفة قدرة المولد للمشاريع

$$PG_1 = \alpha \left(\frac{P_1}{\eta_1} + \frac{P_2}{\eta_2} + \frac{P_3}{\eta_3} + \dots + \frac{P_n}{\eta_n} \right) \times \frac{1}{PF_G} [KVA]$$

Where,

- PG_1 : Generator capacity [kVA]
 PF_G : Generator power-factor (standardized at 0.8)
 P : Output of load [kW]
 η : Efficiency of load (0.85)
 α : Coefficient considering load factor, demand factor, margin of capacity, etc
 (Motor : 0.9, Non-motor : 1.0)

$$PG_2 = \frac{\sum W_0 + [Q_{Lmax} \times \cos \theta_{QL}]}{PF_G} [kVA]$$

Where

- PG_2 : Generator capacity [kVA]
 $\sum W_0$: Summation of operating load [kW],
 $\cos \theta_{QL}$: Power factor during starting of the largest motor, 0.2
 PF_G : Power-factor of diesel generator, 0.8

مطلوب حساب قدرة المولد الذى يغذى الأحمال التالية لأحد المشاريع

STG Essential Loads

No	Load Description	*Load Type	Rated kW	Eff.	Input kW
1	Lube oil pump #1	M	37	0.85	43.6
2	Lube oil pump #2	M	37	0.85	43.6
3	Jacking oil pump	M	30	0.85	35.3
4	Oil tank vapour extractor #1	M	0.75	0.85	0.89
5	Oil tank vapour extractor #2	M	0.75	0.85	0.89
6	Turning gear motor	M	1.5	0.85	1.76
7	Motor operated valves	N	3.0	1	3.0

DC & UPS, B.O.P Essential Load

No	Load Description	*Load Type	Rated kW	Eff.	Input kW
1	DC & UPS System	N	88	1	88
2	Boiler Lift	N	30	0.85	35.3
3	Air Handling Unit Supply Fan (common)	M	30	0.85	35.3
4	Air Handling Unit Return Fan (common)	M	11	0.85	13
5	Pump #1 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8
6	Pump #2 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8
7	Pump #3 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8
8	Emergency Lightings (common)	N	7.5	0.85	8.9

لحساب قدرة EDG ، يتم النظر في الحالات التالية ؛

الحالة الأولى: السعة أثناء إيقاف تشغيل STG

الحالة الثانية: القدرة على بدء تشغيل أكبر محرك أثناء التشغيل على الجزيرة

STG Essential Loads

No	Load Description	*Load Type	Rated kW	Eff.	Input kW	*Duty Factor	Actual Load (kW)
1	Lube oil pump #1	M	37	0.85	43.6	1	43.6
2	Lube oil pump #2	M	37	0.85	43.6	0	0
3	Jacking oil pump	M	30	0.85	35.3	0.5	17.65
4	Oil tank vapour extractor #1	M	0.75	0.85	0.89	1	0.89

5	Oil tank vapour extractor #2	M	0.75	0.85	0.89	0	0
6	Turning gear motor	M	1.5	0.85	1.76	0.5	0.88
7	Motor operated valves	N	3.0	1	3.0	0.5	1.5
Total Load (1 unit)	Motor						62.94
	Non-Motor						1.5
Total Load (3 units)	Motor						188.9
	Non-Motor						4.5

DC & UPS, B.O.P Essential Load

No	Load Description	*Load Type	Rated kW	Eff.	Input kW	*Duty Factor	Actual Load (kW)
1	DC & UPS System	N	88	1	88	1	88
2	Boiler Lift	N	30	0.85	35.3	0.5	17.7
3	Air Handling Unit Supply Fan (common)	M	30	0.85	35.3	1	35.3
4	Air Handling Unit Return Fan (common)	M	11	0.85	13	1	13
5	Pump #1 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8	1	83.8
6	Pump #2 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8	1	83.8
7	Pump #3 for Air Cooled Condensing Unit (common)	M	71.2	0.85	83.8	1	83.8
8	Emergency Lightings (common)	N	7.5	0.85	8.9	1	8.9
Total Load (1 unit)	Motor						0
	Non-Motor						105.7
Total Load (common)	Motor						299.7
	Non-Motor						8.9
Total Load (3 units)	Motor						299.7
	Non-Motor						326.0

- Notes: 1. Load type : M (Motor load), N (Non-motor load)
2. Input Power = Rated kW / Efficiency

3. Actual Load = Input Power × Duty Factor

4. Duty factor: Continuous (1), Intermittent (0.5), Stand-by (0)

الحسابات عند وقوع الحالة الأولى :-

يتم حساب السعة المطلوبة للتشغيل المستمر أثناء إيقاف تشغيل STG من خلال الصيغة التالية ؛

$$\begin{aligned} PG_1 &= \alpha \left(\frac{P_1}{\eta_1} + \frac{P_2}{\eta_2} + \frac{P_3}{\eta_3} + \dots + \frac{P_n}{\eta_n} \right) \times \frac{1}{PF_G} [KVA] \\ &= \{0.9 \times (188.9 + 299.7) + 1 \times (4.5 + 326.0)\} \times \frac{1}{0.8} \\ &= 962.8 [kVA] \end{aligned}$$

الحسابات عند وقوع الحالة الثانية :-

يجب أن يكون EDG قادرًا أيضًا على بدء تشغيل أكبر محرك (مضخة تبريد الهواء ، وحدة تكثيف ، 71.2 كيلو واط) حيث أن الأحمال المتبقية تكون مستقرة

$\sum W_0$: Summation of operating load [kW], 735.3 (188.9+4.5+299.7+326.0-83.8=735.3)

$$\begin{aligned} PG_2 &= \frac{\sum W_0 + [Q_{Lmax} \times \cos \theta_{QL}]}{PF_G} [kVA] \\ &= \frac{735.3 + (83.8 \times 7 \times 0.2)}{0.8} \\ &= 1065.8 [kVA] \end{aligned}$$

بناءً على الحسابات السابقة يكون إختيار المولد كالتالي

Description	Calculated Capacity	Largest Capacity
Emergency Diesel Generator	PG ₁ : 962.8 [kVA]	PG ₂ : 1065.8 [kVA]
	PG ₂ : 1065.8 [kVA]	

Based on the calculated capacities and considering sufficient margin, the rated capacity of EDG will be selected as 1250 [kVA] at 0.8 PF.

يمكن أيضا معرفة قدرة المولد من المعادلة التالية :-

$$PG = \frac{X d' (1 - \Delta V)}{\Delta V} \times Pm \times \beta \times C \text{ (kva)}$$

PG قدرة المولد (kVA)

Xd' 0.30 - 0.15 المفاعلة العابرة للمولد تكون دائما بين

ΔV: 0.30 - 0.25 معدل انخفاض الجهد اللحظي عند بدء التشغيل دائما تكون بين

Pm: خرج المحرك (كيلووات)

β: بدأ تشغيل المحرك بالكيلو فولت أمبير لكل كيلو وات عادة تكون القيمة بين (6-9)

C: معامل يعتمد عن طريقة البدء للمحرك (بدء مباشر - 1) (ستار دلتا 0.67)

$$Hp \times 0.746 = kW$$

The locked-rotor kva per hp to kva per kW = Locked-rotor kVA/0.746.

مثال :- قم بحساب قدرة المولد المبدئية لمحرك سعته **100 حصان Code G 3 فاز** توصيل مباشر

$$100 \times 0.746 = 74.6kW, \text{ code } G = 6.29 \text{ LRkVA per hp.}$$

$$(6.29/0.746) = 8.43 \text{ kVA per motor kw}$$

$$X'd = 0.17pu, \Delta V = 25\%, \beta = 8.43, Pm = 74.6 \text{ kW}$$

$$\frac{0.17X'd(1 - 0.25 \Delta V)}{0.25\Delta V} \times 74.6kW \times 8.43\beta \times 1 C = 320kVA$$

إذا قدرة المولد تكون تقريبا **320 كيلو فولت أمبير**

5-طريقة Conservative Rules Of Thumb

نقوم باستخدام الخطوات التالية لمعرفة قدرة المولد :-

- نقوم بتجميع أحمال التيار العابر ثم ضربها في قيمة 1.25
- نقوم بتجميع أحمال تيار التشغيل المستقر
- نقوم بحساب كيلو فولت أمبير للمولد

مثال

قم باستخدام طريقة Conservative Rules Of Thumb

لحساب المولد الذى يقوم بتغذية الأحمال التالية

- محرك 200 حصان
- محرك 100 حصان ،
- محرك 60 حصان
- إضاءة بقيمة 68 أمبير
- أحمال متنوعة بقيمة 95 أمبير
- جهد النظام هو 480 فولت و PF هو 0.77.

Solution:

Step#1: Calculate Running Amperes

Motor loads	Load in KW (from rule#3 above)	Running Amperes
200 hp motor	100 KW	$= (100 \times 1000) / (1.732 \times 480 \times 0.77) = 156 \text{ A}$
100 hp motor	50 KW	$= (50 \times 1000) / (1.732 \times 480 \times 0.77) = 78 \text{ A}$
60 hp motor	30 KW	$= (30 \times 1000) / (1.732 \times 480 \times 0.77) = 48 \text{ A}$
Normal Loads		
Lighting load		= 68 A
Miscellaneous loads		= 95 A
Total Running Amperes		= 445 A

Step#2: Calculating Starting Amperes Using 1.25 Multiplier

Motor loads	Running Amperes	Starting Amperes
200 hp motor	156 A	$= 156 \times 1.25 = 195 \text{ A}$
100 hp motor	78 A	$= 78 \times 1.25 = 98 \text{ A}$
60 hp motor	48 A	$= 48 \times 1.25 = 60 \text{ A}$
Normal Loads		
Lighting load		= 68 A
Miscellaneous loads		= 95 A
Total Starting Amperes		= 516 A

Step 3: Selecting kVA of Generator

Running kVA	$= (445 \text{ A} \times 480 \text{ V} \times 1.732) / 1000 = 370 \text{ kVA}$
Starting kVA	$= (516 \text{ A} \times 480 \text{ V} \times 1.732) / 1000 = 428 \text{ kVA}$
Generator must have a minimum starting capability of 428 kVA and minimum running capability of 370 kVA.	

6- طريقة إختيار المولد بناء على المقارنة بين الأحمال المستقرة والعابرة

يجب إستخدام الخطوات التالية لمعرفة قدرة المولد :-

- نقوم بتجميع أحمال التشغيل العابر kW Starting
- نقوم بتجميع تيار التشغيل العابر Starting
- نقوم بتجميع تيار التشغيل المستقر Running
- نقوم بإختيار المولد بناء على القيم السابقة

بالنسبة لأحمال التشغيل العابر

- أحمال خطية أو غير خطية

Type of Load	Equipment	Starting Current
Linear Load	General Equipment	100% of Full Load Current
Non-Linear Load	UPS, Inverter, Computer, Ballast	160% of Full Load Current

• المحركات

For HP < 7.5; starting kW = HP x 3

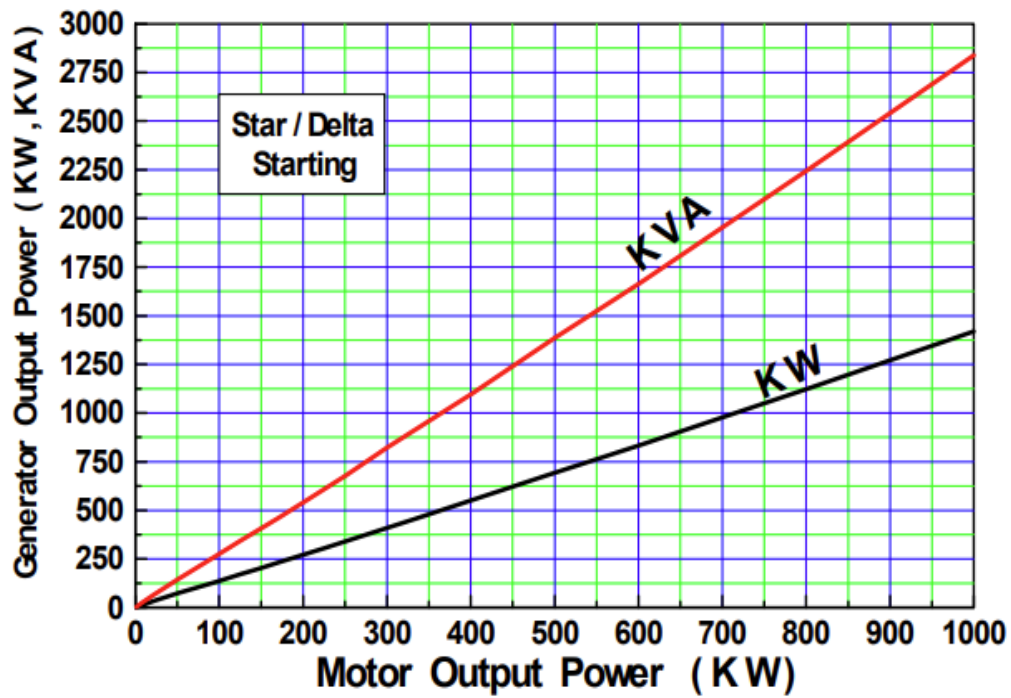
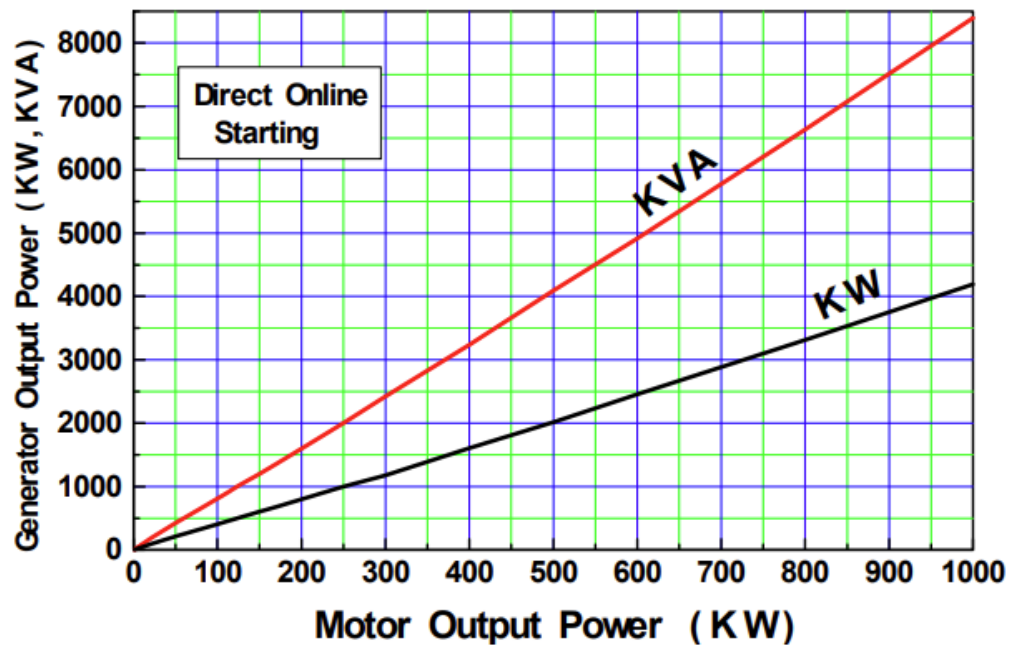
For HP > 7.5; starting kW = HP x 2

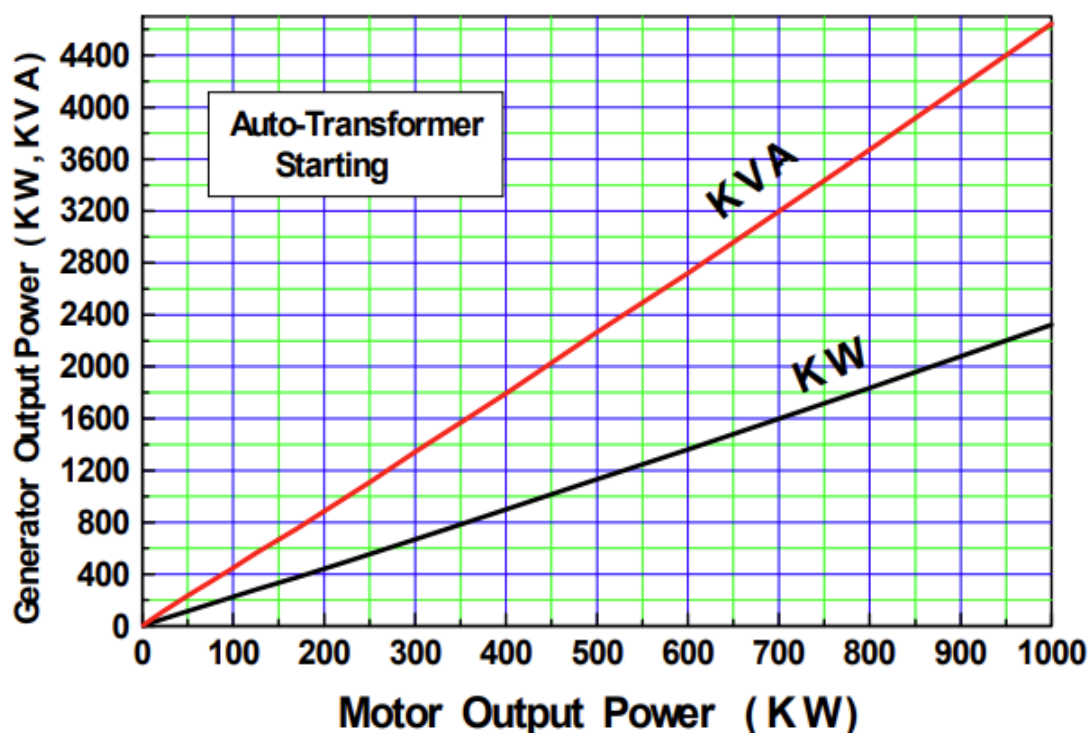
Kw= (Amps x V x 1.732 x PF) /1000

PF=0.95

Type of Starter	Starting Current
DOL	6 X Full Load Current
Star-Delta	4 X Full Load Current
Auto Transformer	3 X Full Load Current
Soft Starter	2 X Full Load Current
VFD	1.5 X Full Load Current

Electric Motor Size		Minimum Generator Req'd (KVA) by Starting Method		Run Power
HP	KW	D.O.L to KVA Size (Note 1)	S.D to KVA Size (Note 2)	KVA Used When Running (Note 3)
1	0.75	2.5	2	1
1.5	1.1	3.75	3	1.5
2	1.5	5	4	2
3	2.2	7.5	6	3
4	3	10	8	4
5	3.7	12.5	10	5
6	4.5	15	12	6
7.5	5.5	18.75	15	7.5
10	7.5	25	20	10
12.5	9.3	31.25	25	12.5
15	11	37.5	30	15
20	15	50	40	20
25	19.6	60.5	50	25
30	22	75	60	30
40	30	100	80	40
50	37	125	100	50
60	45	150	120	60
75	55	187.5	150	75
100	75	250	200	100
125	90	312.5	250	125
150	110	375	300	150
175	130	437.5	350	175
200	150	500	400	200
250	185	625	500	250
300	225	750	600	300
400	300	1000	800	400





40	30	25	20	15	10	7.5	5	3	2	القدرة Pm (HP)
0.39	0.42	0.44	0.46	0.49	0.53	0.56	0.61	0.66	0.07	COSφs
0.889	0.884	0.88	0.87	0.86	0.85	0.85	0.83	0.825	0.79	η
0.90	0.89	0.89	0.89	0.88	0.87	0.87	0.85	0.82	0.79	COSφ
350	300	250	200	150	125	100	75	60	50	القدرة Pm (HP)
0.19	0.22	0.24	0.25	0.28	0.29	0.31	0.34	0.36	0.36	COSφs
0.93	0.923	0.92	0.917	0.91	0.909	0.905	0.90	0.896	0.896	η
0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.9	0.9	0.9	0.9	COSφ

مثال رقم 1 :- مطلوب حساب المولد الكهربائي للأحمال التالية

الرقم	الحمل الكهربائي	نوع تغذية الحمل	قدرة الحمل	الكفاءة	معامل القدرة
1	محرك كهربائي	3 فاز	45 حصان	92%	0.91
2	محرك كهربائي	3 فاز	50 حصان	90%	0.85
3	محرك كهربائي	3 فاز	40 حصان	90%	0.90
4	محرك كهربائي	3 فاز	60 حصان	91%	0.85

مع فرض أن قدرة اقلاع كل محرك تساوي 5.9kVA/HP (قد تختلف قدرة الاقلاع من محرك لآخر).

الحل كالتالي:-

الخطوة الأولى: حساب قدرة المحركات بالكيلو واط

قدرة المحرك بالكيلو واط = (القدرة بالحصان $\times 0.746$) $\div$ الكفاءة

المحرك الأول = $(0.746 \times 45) \div 0.92 = 36.48$ كيلو واط

المحرك الثاني = $(0.746 \times 50) \div 0.90 = 41.4$ كيلو واط

المحرك الثالث = $(0.746 \times 40) \div 0.90 = 33.15$ كيلو واط

المحرك الرابع = $(0.746 \times 60) \div 0.91 = 49.18$ كيلو واط

مجموع القدرات بالكيلو واط = $36.48 + 41.4 + 33.15 + 49.18$

160.2 كيلو واط

الخطوة الثانية: حساب قدرة المحرك بالكيلو فولت أمبير

قدرة المحرك بالكيلو فولت أمبير = قدرة المحرك بالكيلو واط $\div$ معامل القدرة أثناء التشغيل

المحرك الأول = $36.48 \div 0.91 = 40$ كيلو فولت أمبير

المحرك الثاني = $41.4 \div 0.85 = 48.7$ كيلو فولت أمبير
المحرك الثالث = $33.15 \div 0.90 = 36.83$ كيلو فولت أمبير
المحرك الرابع = $49.18 \div 0.85 = 57.85$ كيلو فولت أمبير
مجموع القدرات بالكيلو فولت أمبير $40 + 48.7 + 36.83 + 57.85 =$
183.38 كيلو فولت أمبير

الخطوة الثالثة: حساب قدرة اقلاع كل محرك بالكيلو فولت أمبير

بما أن قدرة الاقلاع لكل محرك 5.9 kVA/HP فإن:
قدرة اقلاع كل محرك = القدرة بالحصان $\times$ VA/HP
قدرة اقلاع المحرك الأول = $5.9 \times 45 = 265.5$ كيلو فولت أمبير
قدرة اقلاع المحرك الثاني = $5.9 \times 50 = 295$ كيلو فولت أمبير
قدرة اقلاع المحرك الثالث = $5.9 \times 40 = 236$ كيلو فولت أمبير
قدرة اقلاع المحرك الرابع = $5.9 \times 60 = 354$ كيلو فولت أمبير
إجمالي قدرة الاقلاع بالكيلو فولت أمبير $265.5 + 295 + 236 + 354 = 1150.5$ كيلو فولت أمبير

ولتكون الحسابات أكثر دقة يمكن إيجاد معامل قدرة كل محرك لحظة التشغيل فقط وضربها في قدرة اقلاع المحرك، ومن ثم جمع القيم معاً لتحصل على الناتج الكلي لمجموع قدرة المحركات لحظة التشغيل (قدرة الاقلاع بالكيلو واط).

kVA Code	at starting (kVA/HP)
A	3.14 – 0
B	3.43 – 3.15
C	3.99 – 3.44
D	4.49 – 4
E	4.99 – 4.5
F	5.59 – 5
G	6.29 – 5.6
H	7.09 – 6.3
J	7.99 – 7.1
K	8.99 – 8

الخطوة الرابعة: ايجاد قدرة المولد الكهربائي

نحتاج إلى مولد كهربائي قادر على تغذية 183.38 كيلو فولت أمبير (160.2) كيلو واط على الأقل بصورة متصلة وفي نفس الوقت قادر على أن يعطي 1150.5 كيلو فولت أمبير على الأقل عند البدء.

وهنا سوف نختار مولد بقدرة **220** كيلو فولت أمبير على الأقل حتى يكون قادر على استيعاب الأحمال الكهربائية في حال تم تشغيلها بنفس الوقت.

مثال رقم 2

احسب سعة المولد من النوع الديزل مع زيادة نسبة 10 % للأحمال المستقبلية
الأحمال كالتالي

اولا:- مجموعة اضاءات من النوع CFL بعدد 4 اضاءات 80 وات Diversity Factor 0.8

Starting & Running P.F is 0.8.

ثانيا :- وحدات تكييف بعدد 2 سينجل فاز 230 فولت سعة كل وحدة 3000 وات
Starting & Running P.F is 0.8 و Diversity Factor is 1

ثالثا:- عدد واحد محرك سعة 10 كيلو وات طريقة التوصيل ستار دلتا 230 فولت
Starting P.F is 0.7 & Running P.F و Diversity Factor is 0.8

رابعا:- عدد واحد محرك سعة 130 كيلو وات طريقة التوصيل سوفت ستارتر 3 فاز
Starting P.F is 0.7 & Running P.F و Diversity Factor is 0.8

الحل كالتالي :-

بالنسبة لمجموعة الأحمال الأولى

$$\text{Full Load KW of CFL Bulb} = (\text{No} \times \text{Watt} \times \text{DF}) / 1000$$

$$\text{Full Load KW of CFL Bulb} = (4 \times 80 \times 0.8) / 1000 = 0.3 \text{ KW}$$

$$\text{Full Load KVA of CFL Bulb} = \text{KW} / \text{P.F}$$

Full Load KVA of CFL Bulb = $0.3 / 0.8 = 0.4 \text{ KVA}$ ------(H)

FLC of CFL Bulb = $(\text{No X Watt X Diversity Factor}) / (\text{Volt x P.F})$

FLC of CFL Bulb = $(4 \times 80 \times 0.8) / (230 \times 0.8) = 2 \text{ Amp}$ ---(M)

نوع الحمل Linear

Starting KVA of CFL Bulb = $1 \times (\text{KW} / \text{Starting P.F})$

Starting KVA of CFL Bulb = $0.3 / 0.8 = 0.4 \text{ KVA}$ ------(1)

Starting Current = 100% of Full Load Current.

Starting Current = $1 \times 2 = 2 \text{ Amp}$. -----(A)

بالنسبة لمجموعة أحمال التكييف

Total Full Load KW of A.C = $(\text{No X Watt X Diversity Factor}) / 1000$

Total Full Load KW of A.C = $(2 \times 3000 \times 0.8) / 1000 = 4.8 \text{ KW}$

Total Full Load KVA of A.C = $\text{KW} / \text{P.F}$

Total Full Load KVA of A.C = $4.8 / 0.8 = 6 \text{ KVA}$ ------(I)

FLC for A.C = $(\text{No X Watt X Diversity Factor}) / (\text{Volt x P.F})$

Total Full Load current of A.C = $(2 \times 3000 \times 0.8) / (230 \times 0.8) = 26 \text{ Amp}$ ---(N)

نوع الحمل No Linear

Starting KVA of A.C = $1.6 \times (\text{KW} / \text{Starting P.F})$

Starting KVA of A.C = $1.6 \times (4.8 / 0.8) = 9.6 \text{ KVA}$ ------(2)

Starting Current=160% of Full Load Current.

Starting Current=1.6 X 26= 42 Amp. -----(B)

بالنسبة لمجموع أحمال المحرك الذى طريقة توصيله ستار دلتا

Full Load KW of Motor= (No X Watt X Diversity Factor)
/1000

Full Load KW of Motor = (1x10000x0.8)/1000=8KW

Full Load KVA of Motor =KW / P.F

Full Load KVA of Motor =8 / 0.8=10KVA------(K)

FLC for Motor = (No X Watt X Diversity Factor) / (Volt x
P.FxEF)

Full Load current of Motor = (1x10000x0.8 / (230x0.8)
=43.4 Amp---(P)

أول من جداول NEC 430-248 سوف يكون FLC=40 A

نوع التشغيل ستار دلتا

Starting KVA of Motor =4 X (KW / Starting P.F)

Starting KVA of Motor=4X (8 / 0.7) =45.7KVA------(4)

Starting Current=4 X Full Load Current

Starting Current=4 X 43.4 = 174 Amp. -----(D)

بالنسبة لمجموع أحمال المحرك الذى طريقة توصيله سوف ستارتر

Full Load KW of Motor= (No X Watt X Diversity Factor)
/1000

Full Load KW of Motor = $(1 \times 130000 \times 0.8) / 1000 = 104 \text{ KW}$

Full Load KVA of Motor = $\text{KW} / \text{P.F}$

Full Load KVA of Motor = $104 / 0.8 = 130 \text{ KVA} \text{-----(L)}$

Full Load current of Motor = $(\text{No X Watt X Diversity Factor}) / (\text{Volt x P.F})$

Full Load current of Motor = $(1 \times 130000 \times 0.8 / (1.732 \times 430 \times 0.8 \times 0.9)) = 195 \text{ Amp} \text{--(Q)}$

نوع طريقة بدء التشغيل سوفت ستارتر

Starting KVA of Motor = $2 \times (\text{KW} / \text{Starting P.F})$

Starting KVA of Motor = $2 \times (130 / 0.7) = 371 \text{ KVA} \text{----- (5)}$

Starting Current = $2 \times \text{Full Load Current}$

Starting Current = $2 \times 195 = 390 \text{ Amp.} \text{----- (E)}$

إذا المجموع الكلى

Total Starting KVA = $(1) + (2) + (3) + (4)$

Total Starting KVA = $0.4 + 9.6 + 45.7 + 371 = 426.7 \text{ KVA}$

Total Starting Current = $(A) + (B) + (C) + (D) + E$

Total Starting Current = $2 + 42 + 7 + 174 + 390 = 615 \text{ Amp}$

Total Running KVA = $(H) + (I) + (J) + (K) + (L)$

Total Running KVA = $0.4 + 6 + 10 + 130 = 146 \text{ KVA}$

Total Running Current = $(M) + (N) + (O) + (P) + (Q)$

Total Running Current = $2 + 26 + 43 + 195 = 266 \text{ Amp}$

بعد ذلك نقوم بإضافة قيمة التوسعه في المستقبل ١٠ في المائة في متوسط استخدام
0.8

Size of Diesel Generator= (Starting KVA) X Future
Expansion X Average Use of Equipment's

Size of Diesel Generator=286 X 1.1 X 0.8

Size of Diesel Generator= 350 KVA

بعد ذلك نقوم بإختيار أقرب ستاندر من الكتالوجات وليكن kva350

Summary:

Total Starting KVA =426 KVA

Total Starting Current =615 Amp

Total Running KVA = 146KVA

Total Running Current= 266 Amp

Size of Diesel Generator= 350 KVA

مثال رقم 3

يوجد مشروع له أحمال كالتالى :-

عدد 3 محرك سعة 7.5 حصان معامل القدرة 80%

عدد 1 محرك سعة 75 حصان معامل القدرة 80%

عدد 1 محرك سعة 200 حصان معامل القدرة 95%

طرمبة تسخين بقدرة 100 حصان معامل القدرة 100%

إنارة واحمال أخرى بقيمة 37 كيلو وات معامل القدرة 85%

المطلوب حساب سعة المولد لهذه الأحمال

Customer:											
S- No	Load	HP	Qty	Tot al kW	h	In. kW	pf	kVA	Starter	St. pf	St. A multiplier
1	Motor	7.	3	16.	0.	21.	0.	26.	DOL	0.	6
2	Motor	7	1	56.	0.	69.	0.	87.	S-D	0.	3
3	Induction	20	1	149.	0.9	157.	0.9	16	-	0.9	1
4	Heating	10	1	74.	0.	82.	1	82.	-	1	2
5	Lighting &		1	37.	0.	41.4	0.8	48.	-	0.8	2
	Summary		7			372.		41			
			Su			Sum		Sum			

St. kVA	St. kW	L.F	Act. kVA	Act. kW	Inst. kVA	Inst. kW
15	31.5	0	21.0	16.8	1	31.5
26	78.7	0	69.9	56.0	2	95.5
16	15	0	14	14	2	22
16	16	0	74.6	74.6	4	37
97.5	82	0	43.9	37.3	411.8	37
26	16	0.9	35	32	411.8	37
Max	Max		Sum	Sum	Max	Max

St.: Starting

L.F: Load Factor

Act. : Actual

Inst : Instantaneous

Genset capacity required in kW	380
Capacity in kVA	475
Diversity factor	0.75
Hence running load in kVA	356.25
Loading factor for DG prime rating	0.75
Required capacity of DG in kVA	475
Recommended DG	500kVA

مثال رقم 4

المطلوب حساب قدرة المولد لمضخات حسب الأحمال التالية:-

عدد 2 مضخة صرف مياه بسعة 40 حصان

طريقة التوصيل ستار دلتا

كفاءة المضخات 86.6% كود F

الحل كالتالي :-

DG SIZING:

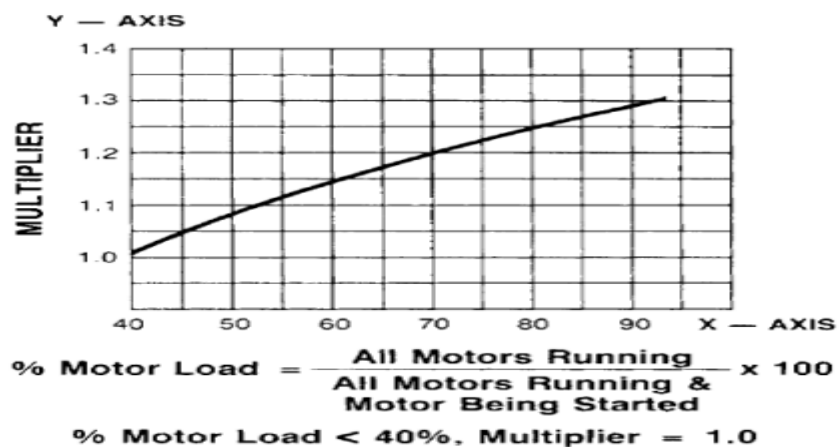
	MOTOR 1	MOTOR2
A. STARTING KVA (SKVA)	40HP	40HP
B. NEMA CODE	F	F
C. SKVAR/ HP AS PER CODE	5.3	5.3
D. SKVA/HP x MOTOR HP (A x C)	212	212

EFFECTIVE SKVA:

A1. ALL MOTORS RUNNING	0 KW	30KW
B1. ALL MOTORS RUNNING /STARTED	30KW	60KW
C1. (A1/B1) x 100	0%	50%
D1. COMPENSATION FOR MOTOR ALREADY STARTED (SEE GRAPH)	1.0	1.07
E1. D x D1	212 SKVA	226 SKVA
F1. STARTER FACTOR (STAR/DELTA 0.33) SEE TABLE	0.33	0.33
G1. EFFECTIVE SKVA = E1 x F1	70 SKVA	74 SKVA
H1. ACCEPTABLE VOLTAGE DROP IN ALTERNATOR	10%	10%
I1. SKVA FOR 10% DROP IN VOLTAGE FOR MODEL 6R1080TA	74KVA	74KVA
J1. SKVA FOR 20% DROP IN VOLTAGEFOR MODEL 6R1080TA	167KVA	167KVA

(REFER TABLE ENCLOSED FOR SKVA FOR VOLTAGE DROPS)

: Motor preload multiplier.



Rating w/o Fan kW	Starting kV-A at Voltage Dip		
	10%	20%	30%
460	317	714	1224
410	278	625	1071
300	171	385	659
270	171	385	659
150	111	250	428
135	74	167	286
100	74	167	286
85	74	167	286

Reduced-Voltage Starting Factors

Type	Multiply SKVA By
Resistor, Reactor, Impedance	
80% Tap	0.80
65% Tap	0.65
50% Tap	0.50
45% Tap	0.45
Autotransformer	
80% Tap	0.68
65% Tap	0.46
50% Tap	0.29
Y Start, Run	0.33

Solid State: Adjustable, consult manufacturer or estimate
300% of full load kW•A
(Use 1 if no reduced voltage starting aids used)

إذا سوف نختار المولد ذو البيانات التالية

Overall Specification : Kirloskar ePacks : XXXXXXXXXX								
Kirloskar ePack Model	Kirloskar Engine Model	Rated Output at 1800 rpm	Radiator Fan Loss	Recommended ePack Rating kVA (0.8 pf)		Recommended ePack Rating kW		Alternator Efficiency @ Full load
		Continuous bhp	hp	Continuous	Stand-by	Continuous	Stand-by	%
KeP23W	2R1040	30	2	22	24	18	19	86.5
KeP37W	3R1040	44	3	31	35	26	28	83.5
KeP50W	4R1040	60	4	43	47	34	38	83.7
KeP70W	4R1040T	90	4	67	74	54	59	85.3
KeP112W	4R1040TA	112	8	81	88	64	70	85.1
KeP148W	6R1080T	148	10	109	120	87	96	85.7
KeP171W	6R1080TA	171	10	128	138	100	110	86.5

مثال رقم 5

حساب قدرة المولد للأحمال التالية بإعتبار أن المحرك المطلوب 277/480 V, 3-phase

الحالة الأولى: -محرك واحد بقوة 150 حصان ، كود F ، كفاءة تشغيل 95% ، معامل القدرة له عند بدء التشغيل 0.26 وأثناء التشغيل 0.86

الحالة الثانية: -محرك واحد بقوة 200 حصان ، كود G ، كفاءة تشغيل 95.4% ، ومعامل القدرة له عند بدء التشغيل هي 0.24 وأثناء التشغيل 0.87

الحالة الثالثة: -أحمال متنوعة من 75 كيلو فولت أمبير ، ومعامل القدرة عند بدء التشغيل 0.84 وأثناء التشغيل 0.91 تشغيل

الحل كالتالي :-

$$SkVA = \text{motor hp} \times \text{locked-rotor kVA/hp}$$

Where locked-rotor, Code F motor = 5.5 kVA/hp; Code

G motor = 6 kVA/hp per NEC, Table 430.7(B)

$$SkW = SkVA \times \text{starting motor PF}$$

$$RkW = \text{motor hp} \times 0.746\text{-kW/hp/efficiency}$$

$$RkVA = RkW / \text{running motor PF}$$

Miscellaneous load: The following equations are used to

Calculate SkW and RkW:

$SkW = SkVA \times \text{starting PF}$

$RkW = RkVA \times \text{starting PF}$

Where load kVA remains constant: $kVA = SkVA = RkVA$

الحالة الأولى :-

مولد 1000 كيلووات مع SkVA 2525 عند انخفاض الجهد بنسبة 20٪ تم اختياره من ورقة مواصفات الشركة المصنعة لتوفير سعة إجمالية تبلغ 2100 SkVA. إجمالي الحمل 342 كيلووات يمثل 34٪ من معدل المولد 1000 كيلووات. المولد غير محمّل في حالة التشغيل النهائية بسبب سعة المولد الكبيرة المطلوبة لتلبية بدء كيلو فولت أمبير.

الحالة الثانية :-

يتم اختيار مولد 800 كيلووات مع SkVA 2000 عند انخفاض الجهد بنسبة 20٪ من ورقة مواصفات الشركة المصنعة لتوفير سعة إجمالية تبلغ 1412 SkVA. إجمالي الحمل 342 كيلووات يمثل 43٪ من معدل المولد 800 كيلوواط. المولد غير محمّل في حالة التشغيل النهائية بسبب سعة المولد الكبيرة المطلوبة لتلبية بدء كيلو فولت أمبير. عندما بدأت الأحمال بشكل متقطع (التحميل التدريجي)، تم تقليل المولد SkVA من SkVA المطلوب في مثال بدء جميع الأحمال بشكل متزامن.

الحالة الثالثة :-

اختيار مولد بقدرة 400 كيلووات مع SkVA 765 عند انخفاض الجهد بنسبة 20٪ من ورقة مواصفات الشركة المصنعة لتوفير حمولة إجمالية تبلغ 710 SkVA. إجمالي الحمل 342 كيلووات هو 86٪ من معدل المولد 400 كيلوواط. يتم تحميل المولد إلى حوالي 86٪ من تصنيفه في حالة التشغيل النهائية، بافتراض أن العابرين مقبولة. عندما بدأت الأحمال بشكل متقطع وتم استخدام الجهد المنخفض لبدء أحمال المحرك، تم تقليل المولد المطلوب SkVA بشكل كبير.

(Rules of thumb)

Motor Starting Transients

- **Alternator**

- $\text{skVA} \approx \text{hp} \times 6.0$

- $\text{rkVA} \approx \text{hp}$

- **Engine**

- $\text{skW} \approx \text{hp} \times 2$

- $\text{rkW} \approx \text{hp} \times .85$

EXCEPTIONS: SPECIALTY MOTORS

Submersible Pumps

Generator sizing guidelines for submersible motors

Rated Output		Generator Power DOL starting		Generator Power Star-Delta starting	
kW	HP	kW	KVA	kW	KVA
4	5.5	10	12.5	8	10
5.5	7.5	12.5	15.6	10.8	13.5
7.5	10	15	18.8	14	17.5
9.3	12.5	18.5	23.5	17.2	21.5
11	15	22.5	28	20.5	25.5
15	20	30	38	27	34
18.5	25	40	50	33	42
22	30	45	57	40	50
26	35	52	65	45	57
30	40	60	75	52	65
37	50	75	94	65	81
45	60	90	112	77	97
55	75	120	150	102	128
66	90	135	170	115	144
75	100	150	190	128	160
93	125	185	230	158	198
110	150	210	260	190	237
135	180	260	323	228	284
150	200	280	360	254	316
165	225	325	404	285	354
185	250	365	454	320	398

Chart provides guidelines only

مثال

محطة ضح يوجد بها ثلاث محركات لها القدرات التالية:-

50 - حصاناً ، 100 حصان ، 200 حصان

أذكر قدرة المولد عند وجود 3 حالات مختلفة كالتالي

الحالة الأولى :- تقوم المضخة 200 حصان بالإقلاع أولاً ثم المضخة 100 حصان ثم المضخة 50 حصان

الحالة الثانية:-تقوم المضخة 50 حصان بالإقلاع أولاً ثم المضخة 100 حصان ثم المضخة 200 حصان

الحالة الثالثة :-تقوم المضخات الثلاثة بالإقلاع في نفس الوقت

الحل كالتالي :-

1- قدرة المولد عند الحالة الأولى :-

- Start 200hp x 2 = 400 skW (need 400 kW genset minimum)
- Run 200hp x .85 = 170 rkW (preload for next load step)
- Start 100hp x 2 = 200 skW + 170rkW = 370 sKW ((400 kW genset is still enough)
- Run 300hp total x .85 = 255 rkW (preload for next step)
- Start 50hp x 2 = 100 skW + 255 rkW = 355 skW (400 kW engine)

- To determine alternator size for voltage dip
- assume skVA = 6 x hp = 6 x 200hp = 1200 skVA
- **To determine voltage dip use alternator motor starting table / specs**

إذا قدرة المولد عند هذه الحالة تكون **400** كيلو واط

2- قدرة المولد عند الحالة الثانية:-

Preload of 150hp x .85 = 130 rkW (approximately)

Start 200hpx2=400 sKW+130rKW=530sKW

إذا قدرة المولد عند هذه الحالة تكون بين **500-600** كيلو واط

3- قدرة المولد عند الحالة الثالثة:-

Start 350hp x 2 = 700 skW

إذا قدرة المولد عند هذه الحالة تكون **700** كيلو واط

العوامل التي تؤثر على حسابات المولد

بعد الإنتهاء من الحسابات الأولية من الطرق السابقة توجد بعض العوامل التي يجب اخذها في الحسبان عند الإختيار الأخير للمولد وهي كالتالى :-

$$\text{KW G-adjusted} = \text{KW G-accepted} \times \text{K site conditions} \times \text{K fuel type} \times \text{K future needs} \times \text{K pf}$$

اولاً:- ضبط إختيار المولد وفقاً لانخفاض الجهد العابر Voltage Dip

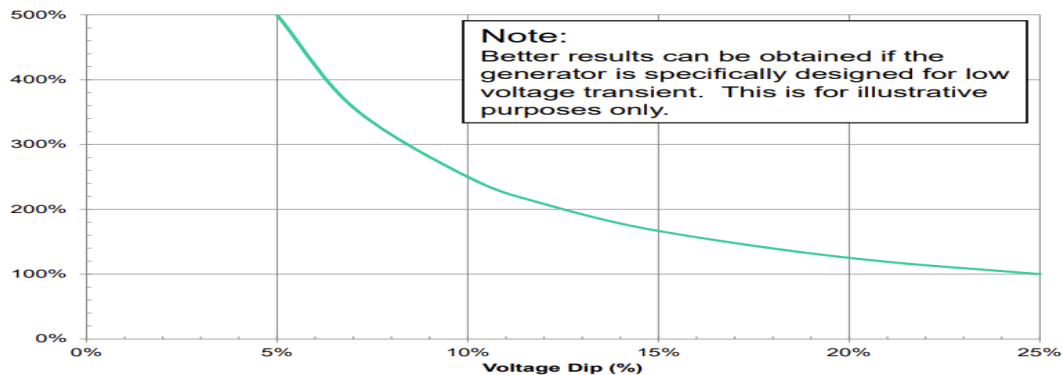
انخفاض الجهد - القطع المختلفة من المعدات الكهربائية لها تفاوتات مختلفة لانخفاض الجهد لذلك يجب الرجوع إلى مواصفات الشركة المصنعة لمعرفة الانخفاض المسموح به في جهد الدخل (يمكن أن يكون حمل البداية للمحركات الكهربائية ست مرات تحميل التشغيل) يمكن أن تؤثر أحمال البدء على AVR في المولد عن طريق تقليل الجهد المتاحة لذلك . يجب أن تكون المولدات كبيرة الحجم بما يكفي لضمان عدم تجاوز الحد الأقصى المسموح به لانخفاض الجهد في النظام.

- NEMA MG1 32.18.5.3 Motor starting equation

$$\% \text{ Dip} = 100 * \frac{X'd}{X'D + \frac{\text{Base kVA}}{\text{Starting kVA}}}$$

Where X'd is in per unit of the KVA base

Generator Size vs. Required V Dip (%)



Max. Allowable Project Voltage Dip:

- 25-35% is a reasonable starting point

Max. Allowable Project Frequency Dip:

- 10-20% is a reasonable starting point

Example1: 2000 kW @ 0.8 PF with X'D = 18.2% starts a 750 HP code F motor – What is the approximate voltage dip?

Base kVA = 2000 kW / 0.8 PF = 2500

Starting kVA = 750 HP × 5.6 kVA / HP = 4200 – % dip = $100 \times (0.182) / (0.182 + (2500 / 4200)) = 23.4\%$

Example2: - Load Data: 100hp, NEMA code G, 480V, 3-PH Motor, DOL starting method, voltage dip 25%, X'd assumed 0.17pu

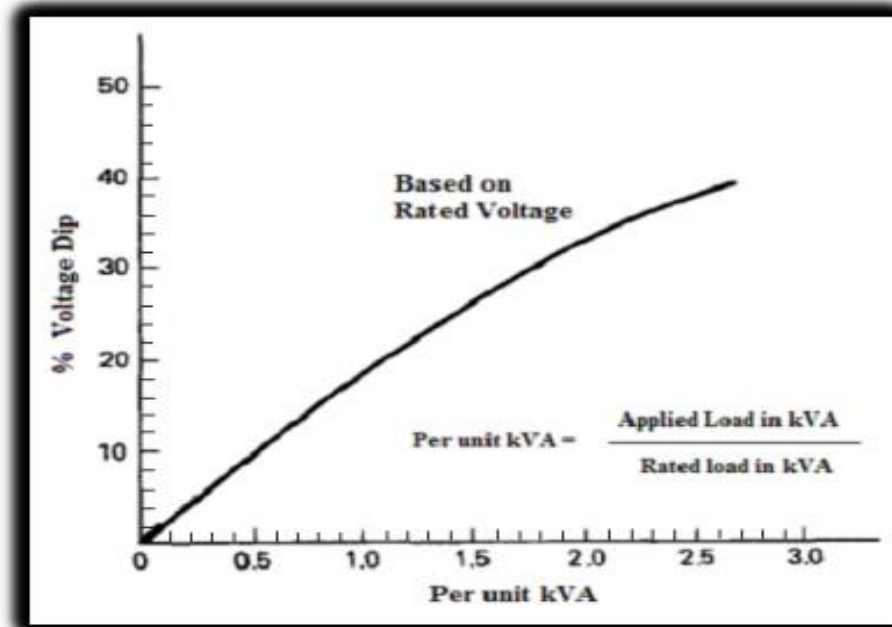
100hp × 6.29 = 629SkVA

$(629 / .25) - 629 = 1887$, $1887 \times 0.17 \text{ X'd} = 320.7 \text{ kVA}$

NEMA MG-1 Voltage Dip Equation

$$\frac{0.17 \text{ X'd}}{0.17 \text{ X'd} + \frac{320 \text{ kVA}}{629 \text{ SkVA}}} = 0.250 \times 100 = 25\% \Delta V$$

يمكن أيضا استخدام المنحى التالى لمعرفة فقد الجهد Voltage Dip



مثال

يوجد محرك 3 فاز بقدرة 100 حصان

,Code H = 7.10kVA per hp

والمولد المستخدم كان قدرته 400 كيلو فولت أمبير

مطلوب حساب فقد الجهد من الرسم السابق لهذا المولد

الحل

$$100\text{hp} \times 7.10\text{kVA} = 710\text{SkVA}$$

$$710\text{SkVA} / 400\text{kVA} = 1.77$$

من المنحى السابق تقاطع 1.7 مع المنحى يعطى قيمة فقد الجهد هي 30%

- **Improve motor starting**

- Minimize X_d (generator reactance)

Upsize the Alternator

Rule of Thumb Formula

$$100\text{hp} \times 6.0 \text{ skVA /hp} = 600 \text{ skVA}$$

Vdip	35%	25%	20%	10%
Alternator Model	175	230	275	750

Minimize voltage dip by upsizing alternator

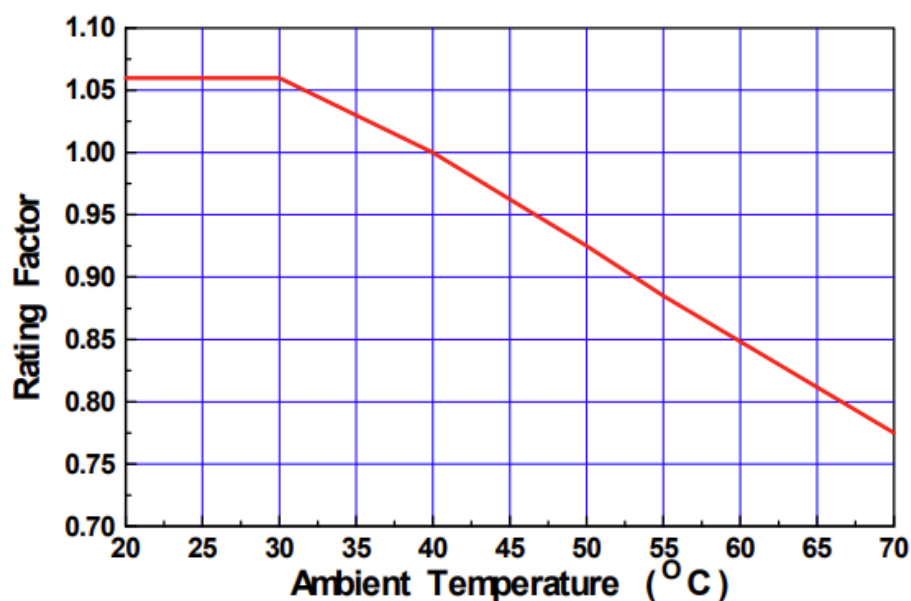
2- ضبط إختيار المولد وفقًا لظروف الموقع

ويتم ذلك بمعرفة عنصرين

1- درجة الحرارة المحيطة (يفترض تصنيف قدرة المحرك أن الارتفاع الاسمي أقل من 1000 قدم ، ودرجة الحرارة المحيطة أقل من 104 درجة فهرنهايت ، والرطوبة أقل من 75٪)

60	55	50	45	40	درجة الحرارة °C
0.88	0.91	0.94	0.97	1	معامل التخفيض F1

60	55	50	45	40	نوع العزل
0.88	0.91	0.94	0.97	1	Class H
0.86	0.90	0.93	0.97	1	Class F
0.82	0.87	0.81	0.96	1	Class B



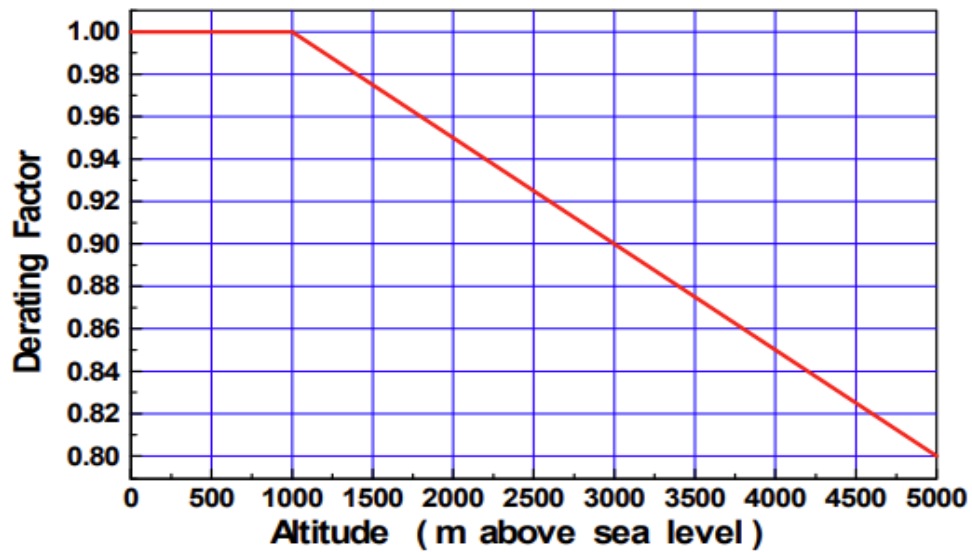
جدول رقم (٩-٣) معامل التصحيح حسب درجات حرارة المكان وارتفاعه (K2)

الإرتفاع عن سطح الأرض					درجة حرارة المكان
٣٠٠٠ م	٢٥٠٠ م	٢٠٠٠ م	١٥٠٠ م	١٠٠٠ م	
١,٠٥٨	١,٠٣	١,٠٠٣	٠,٩٧٧	٠,٩٥٢	٣٠°م
١,٠٨٥	١,٠٥٥	١,٠٢٧	١,٠	٠,٩٧٦	٣٥°م
١,١١١	١,٠٨	١,٠٥٣	١,٠٢٦	١,٠	٤٠°م
١,١٤	١,١٠٩	١,٠٨	١,٠٥٢	١,٠٢٦	٤٥°م
١,١٧	١,١٣٨	١,١٢٤	١,٠٨	١,٠٥٣	٥٠°م
١,٢٠٢	١,١٦٨	١,١٦٧	١,١٠٩	١,٠٨٢	٥٥°م

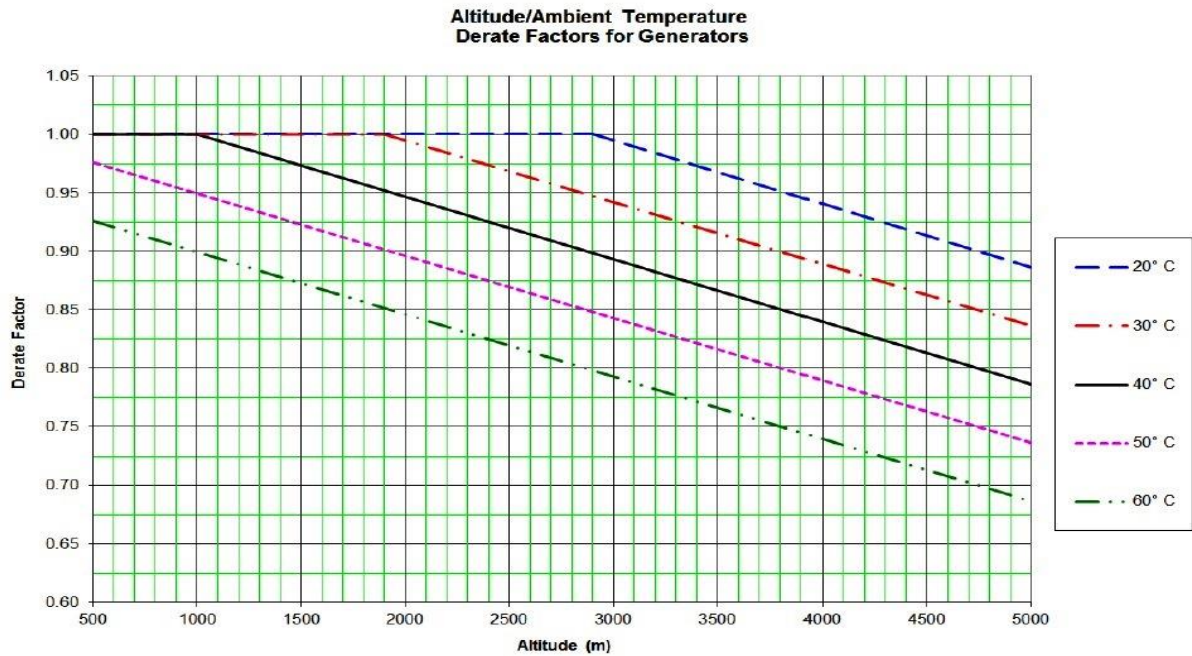
2- الإرتفاع عن مستوى البحر (كلما زاد الارتفاع ، انخفضت كثافة الهواء).

3000	2800	2600	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000	الارتفاع عن سطح البحر (m)
0.88	0.892	0.904	0.916	0.928	0.94	0.952	0.964	0.976	0.988	1	معامل التخفيض F2

درجة حرارة الجو						
الارتفاع عن سطح البحر	25 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C (°)
0 to 1000 m	1.045	1	0.97	0.94	0.91	0.88
1001 to 1500 m	1.01	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85
1501 to 2000 m	0.98	0.94	0.91	0.88	0.86	0.83
2001 to 2500 m	0.95	0.91	0.88	0.86	0.83	0.8
2501 to 3000 m	0.91	0.87	0.84	0.82	0.79	0.77
Lagging Power Factor	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
Factor	1	1	1	0.92	0.85	



Altitude / Ambient: De-rate Chart



3- ضبط إختيار المولد وفقاً لنوع الوقود

مولدات البنزين أو الديزل يجب أن تنخفض عادة بنسبة 2-3٪ من ناتجها القياسي
مولدات الغاز الطبيعي ، عادة ما يكون عامل خفض التصنيف أقرب إلى 5٪ من
ناتجها القياسي

4- ضبط إختيار المولد وفقًا للاحتياجات المستقبلية

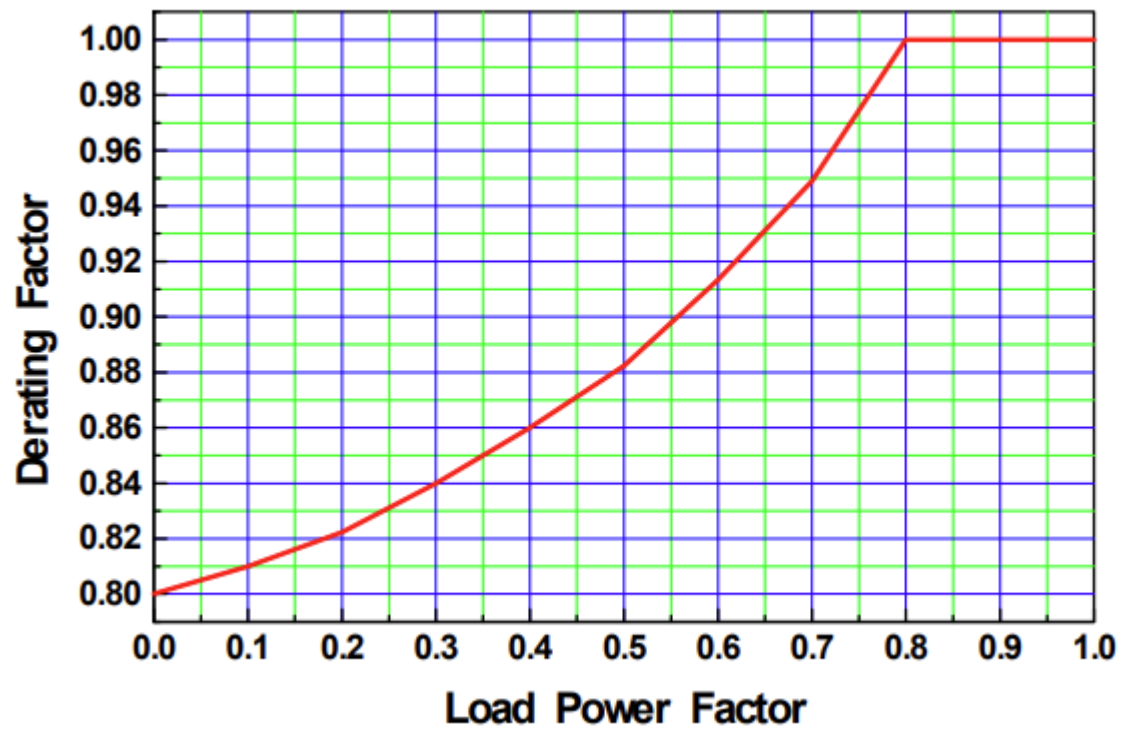
يجب ألا يقل نمو الحمل المتوقع لأي تطبيق عن 10 %

Load Growth Over 10 Years	
Application	Typical Load Growth Factor (K _f)
Bank	30 – 50%
Medical Center	30 – 40%
Church	10 – 30%
School	50 – 80%
Hospital	40 – 80%
Warehouse	10 – 30%

5- ضبط إختيار المولد وفقًا لمعامل الطاقة (PF)

تتطلب PFs المنخفضة مولدات أكبر أو مجموعات مولدات لخدمة الحمل بشكل صحيح .عادةً ما يتم تصنيف مجموعات المولدات ثلاثية الطور لأحمال PF 0.8 ومجموعات المولدات أحادية الطور لأحمال PF.1.0

0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	معامل القدرة
0.84	0.85	0.86	0.87	0.89	0.91	0.95	1	1	1	معامل التخفيض F3



Lagging power factor	De-Rating factor
0.8 to 1.0	1.0
0.7	0.97
0.6	0.91
0.5	0.89
0.4	0.87
0.0	0.84

Check Chart for Determining Type/Size of Load to be Applied to the Generator		
Criteria of Load	Load Category	Comments
Application	Standby	No overload capacity available for temporary power supply
	Prime Power	Generator set is primary power with 10% overload capability
Ambient	Altitude	Check manufacturer's derations (turbo-charger less than naturally aspirated)
	Ambient temperature	Over 85°F - check manufacturer's derate
	Humidity	Up to a maximum of 6% but dependent on temperature
Voltage Dip	Less than 25%	Less than 25%, standard AVR should maintain regulation
	More than 25%	Above 25%, look at permanent magnet excitation generator
Frequency*	Governor control	Verify maximum frequency dip the system will accept (*normally 60Hz in US)
Reactive Loading	One Large Motor	Investigate sizing engine to generator and/or starting aids
Electric Motors, etc	Several Electric Motors	Stage start with largest motor first
Non-reactive loads Lights, heaters, etc	Priority loads	These are the loads a generator set has to be sized for
	Non-essential loads	Consider if for standby, some loads could be dropped from standby circuit
Phase	3-Phase	Power factor will be 0.8 and requires a 3-phase generator
	Single Phase	See if single phase loads can be balanced on an 3-phase system
Voltage	Configuration	Star, Delta, Parallel, Zig Zag, etc
Electronic Loads	SCR loads	More than 25% SCR loading, may require larger sized generator end
UPS Systems	Leading Power Factor	Check with set manufacturer when UPS systems have leading power factors

مثال على تطبيق Derating Factors :-

كانت القدرة الكلية للأحمال تساوي 3000 كيلو فولت أمبير ومعامل القدرة 0.55 وكانت أقصى درجة حرارة لغرفة الماكينات 60 درجة وكانت على إرتفاع 2000 متر من سطح البحر وإذا كان أكبر محرك لهذه الأحمال 400 كيلو وات وكانت بداية التشغيل توصيل مباشر

الحل كالتالي :-

بما أن معامل القدرة للأحمال 55% يكون Derating factor
تساوي 90%

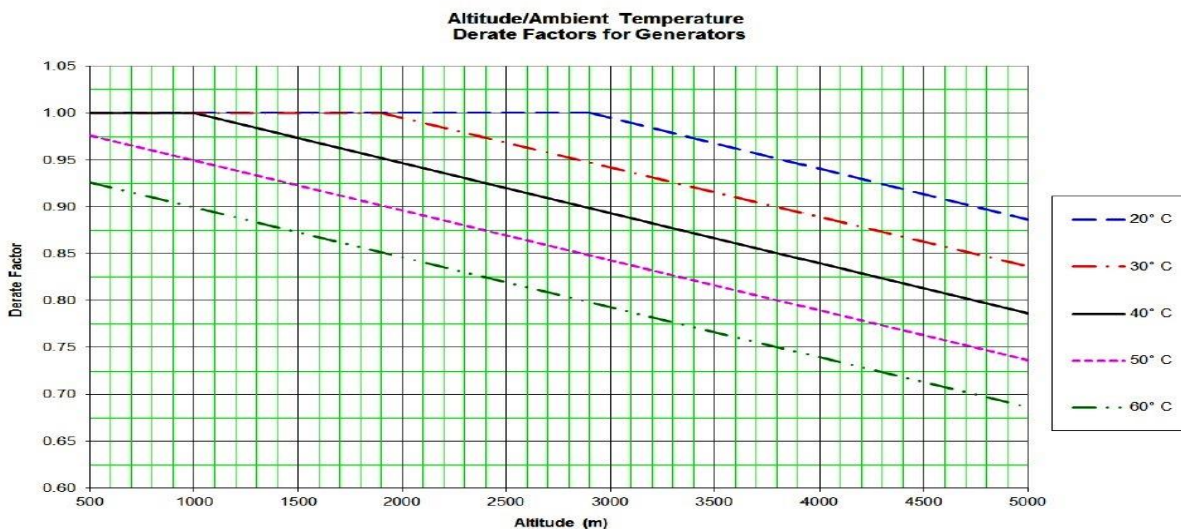
0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	معامل القدرة
0.84	0.85	0.86	0.87	0.89	0.91	0.95	1	1	1	معامل التخفيض F3

$$K_{pf} = 3000 / 90\% = 3333 \text{ KVA}$$

بما أن درجة حرارة الغرفة للمولد تساوي 60 درجة يكون Derating factor له تساوي 85%

وإرتفاع المولد 2000 متر عن سطح البحر يكون Derating factor له تساوي 95%

Altitude / Ambient: De-rate Chart



$$K_{ta} = 3333 / 85\% \times 95\%$$

$$K_{ta} = 4127 \text{ KVA}$$

وبما أن قدرة المحرك كانت قدرته تساوي 400 كيلو واط

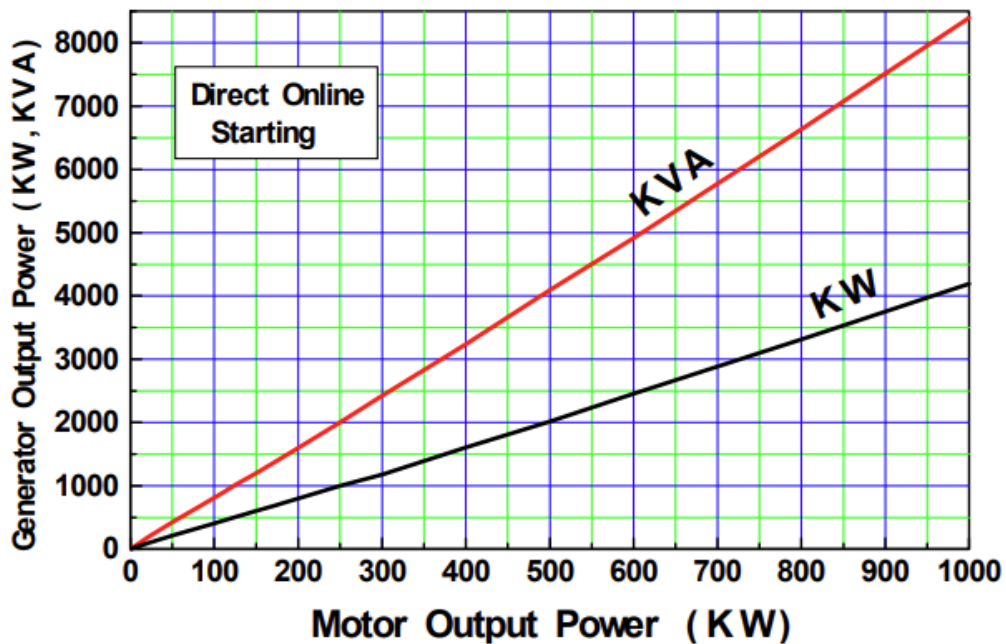
معامل القدرة له 90% والكفاءة تساوى 92%

قدرة دخل هذا المحرك تساوى =

$$((400/90) \% \times 92\%) = 483 \text{ KVA}$$

توصيل طريقة بدء التشغيل توصيل مباشر

فإن المولد اللازم له تساوى 3200 كيلو فولت أمبير من الشكل التالى



قدرة جميع الأحمال ماعدا هذا المحرك هي $2156 = 483 - 3000$ كيلو فولت أمبير

وبذلك تكون القدرة الكلية للمولد الرئيسى $5716 = 3200 + 2516$ كيلو فولت أمبير

وهي أكبر من القدرة الكلية للمولد بعد معاملات Derating factor وهي 4127 كيلو فولت أمبير

مثال شامل لحساب مولد من شركة هيونداي لمحطة أحد شركات البترول

1.0 PURPOSE

This calculation describes the gas turbine generator sizing calculation of Attahaddy Gas Field Development Project.

2.0 BASIS OF ELECTRICAL POWER CONSUMPTION

The majority of plant loads are a function of the process equipment, and such information is obtained from process and mechanical engineering parties. Since their design is made considering some design margin for the most severe condition, it is necessary to apply some factors to obtain a total plant power consumption that is close to the actual power consumption of the Attahaddy Plant.

2.1 Summary of Power Consumption

- 1) **Max Brake Power for motor** : Maximum required power delivered from the motor to the pump shaft. In case that brake power for motor is not available from associated parties, such as mechanical department and/or Vendor etc., the following multiplying factors are applied based on the Table 6 of API610 (Centrifugal Pump for General Refinery Service).

Motor Name Plate Rating (kW)	Multiplying Factor to Motor Rating
Less than or equal to 18.5 kW	0.8
Greater than 18.5 kW and less than 75 kW	0.87
Greater than or equal to 75 kW	0.91

- 2) **Max Brake Power for non-motor item** : To obtain power consumption close to the actual value, the following multiplying factors are applied to the rating of each equipment.

Non Motor Loads	Multiplying Factor to Equipment Rating
Lighting	1.0
Utility Power	1.0
A/C including heating and ventilation	1.0
Water Heaters	1.0
Exhausters	1.0

- 3) **Demand** : The electric load at the receiving terminals of motors, panels or switchgear averaged over a specified interval of time.
- 4) **Demand Factor** : The ratio of the maximum demand of the system to the total connected load of the system.

Loads are classified to three categories as below considering the operational characteristic of each load.

- Continuous : Continuously Operating Loads
- Intermittent : Intermittently Operating Loads
- Stand-by : Stand-by Loads

Demand factors are applied to the each category as below for summary of power consumption. This value is assumed considering operational characteristics and design margin of the process and mechanical team.

Motor Operation Characteristic	Demand Factor
Continuous	1.0
Intermittent	0.4
Stand-by	0

3.0 BASIS OF GENERATOR SIZING

Normally both Units will be in continuous operation and equally share the Plant load. However each Unit alone must be capable of supplying the full load of Plant, starting the largest gas compressor, and 30% additional capacity for future expansion.

4.0 CALCULATION

Please refer to Attachment #1. "ELECTRICAL LOAD SUMMARY for GTG Sizing".

1) Summary of Electrical Power Consumption

Load Summary	Consumed Power					
	Continuous		Intermittent		Stand-by	
	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA
Process Area Facilities Load	12839	14525	5482	6074	3702	4073
Offsite Area Facilities Load	204	234	36	47	143	187
Industrial Support Facilities Load	504	670	178	194	252	271
Camp Area Facilities Load	1312	1626	0	0	184	184
Sub-Total	14859	17055	5696	6314	4282	4715
Future Load (30% of The Process Area Facilities Load)	3852	4357	1645	1822	1111	1222
Total	18711	21412	7341	8136	5392	5937
Estimated Max. Load Sum (= $\sum C \times 1 + \sum I \times 0.4 + \sum S \times 0$)	kW		kVAR		kVA	
	21647		11826		24667	

2) Selected Total Power Consumption: 21.6 MW (PF=0.88)

3) Selected GTG Output Rating at Site Condition: 19.2 MW at PF=0.8

5.0 CONCLUSION

The selected GTG (Frame 5) rating is 19.2 MW and the expected total power consumption is 21.6MW at site ambient condition, based on “ELECTRICAL LOAD SUMMARY FOR GENERATOR SIZING” attached.

We believe that above discrepancy between GTG rating and expected total power consumption is made from current changes of load operation mode, such as PM-3101C, PM-3201C, PM-3102C, PM-3202C, PM-3002C, PM-5101B, PM-5201B, from “stand-by” to “intermittent”,

Therefore, actual PLANT LOAD should be re-checked during plant normal operation period to verify selected GTG rating.

ELECTRICAL LOAD SUMMARY (for GENERATOR SIZING)

60Hz

Item No.	Equipment Name	BUS No.	Type of Load	Volt (V)	Name Plate kW (kW)	Full Load Current (A)	Max. Brake Power (kW)	Eff (PU)	Pf (PU)	Consumed Power				Remark	
										Continuous (C)		Intermittent (I)	Stand-by (S)		
										(kW)	(kVA)				(kW)
PROCESS AREA FACILITIES LOAD															
	GAS PLANT PROCESS FACILITIES									11109	12506	5000	5563	681	776
	WATER PLANT									137	158	20	22	142	166
	POWER STATION FACILITIES									443	546	69	82	1234	1398
	FIRE FIGHTING FACILITIES									0	0	0	0	215	239
	HVAC									434	551	75	86	266	324
	LIGHTING & SMALL POWER									322	370	318	321	654	660
	UPS / DC									393	393	0	0	511	511
	<u>SUB-TOTAL</u>									<u>12839</u>	<u>14525</u>	<u>5482</u>	<u>6074</u>	<u>3702</u>	<u>4073</u>
OFFSITES AREA FACILITIES LOAD															
	<u>SUB-TOTAL</u>									<u>204</u>	<u>234</u>	<u>36</u>	<u>47</u>	<u>143</u>	<u>187</u>
INDUSTRIAL SUPPORT AREA FACILITIES LOAD															
	HVAC									228	302	4	4	151	170
	LIGHTING & SMALL POWER									275	368	174	190	101	101
	<u>SUB-TOTAL</u>									<u>504</u>	<u>670</u>	<u>178</u>	<u>194</u>	<u>252</u>	<u>271</u>
CAMP AREA FACILITIES LOAD															
	HVAC									765	926	0	0	184	184
	LIGHTING & SMALL POWER									547	700	0	0	0	0
	<u>SUB-TOTAL</u>									<u>1312</u>	<u>1626</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>184</u>	<u>184</u>
<u>PLANT + CAMP TOTAL</u>															
										<u>14859</u>	<u>17055</u>	<u>5696</u>	<u>6314</u>	<u>4282</u>	<u>4715</u>
30% OF THE PROCESS AREA FACILITIES LOAD															
										<u>3852</u>	<u>4357</u>	<u>1645</u>	<u>1822</u>	<u>1111</u>	<u>1222</u>
GRAND TOTAL															
			$\Sigma C, \Sigma I, \Sigma S$							18711	21412	7341	8136	5392	5937
GRAND TOTAL POWER CONSUMPTION															
			$\Sigma C \times 1, \Sigma I \times 0.4, \Sigma S \times 0$							18711	21412	2936	3255	0	0
GRAND TOTAL POWER CONSUMPTION SUMMARY															
			$\Sigma kW, \Sigma kVAR, \Sigma kVA (= \Sigma C \times 1 + \Sigma I \times 0.4 + \Sigma S \times 0)$							21647	kW	11826	kVAR	24667	kVA

ELECTRICAL LOAD SUMMARY (for GENERATOR SIZING)

Project: Atahaddy Gas Field Development
50-Hz

February 17, 2004 Rev.7

50Hz

Item No.	Equipment Name	BUS No.	Type of Load	Volt (V)	Name Plate kW (kW)	Full Load Current (A)	Max. Brake Power (kW)	Eff (PU)	PF (PU)	Consumed Power				Remark			
										Continuous(C) (kW)	Intermittent(I) (kW)	Stand-by(S) (kW)	(kVA)				
															(kVA)	(kVA)	(kW)

PROCESS AREA FACILITIES														
GAS PLANT PROCESS FACILITIES LOAD														
PM-2001A	Test Separator Wash Pump	BUS-31	M	480	45	64.53	31.33	0.93	0.90					
PM-2001B	Test Separator Wash Pump	BUS-32	M	480	45	64.53	31.33	0.93	0.90				33.62	37.35
M-2101A	Production Gas Cooler Fan	BUS-13	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
M-2101C	Production Gas Cooler Fan	BUS-13	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
M-2101E	Production Gas Cooler Fan	BUS-13	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
M-2101G	Production Gas Cooler Fan	BUS-13	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
PM-2101A	Production Separator Wash Pump	BUS-13	M	480	55	78.87	42.15	0.93	0.90			45.23	50.25	
M-2101AA	Air Cooler for P-2101A	BUS-13	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85			0.53	0.62	
M-3002AA	Air Cooler for P-3002A	BUS-13	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85			0.53	0.62	
M-3002AB	Air Cooler for P-3002A	BUS-13	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85			0.53	0.62	
M-2101B	Production Gas Cooler Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
M-2101D	Production Gas Cooler Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
M-2101F	Production Gas Cooler Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
M-2101H	Production Gas Cooler Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
PM-2101B	Production Separator Wash Pump	BUS-14	M	480	55	78.87	42.15	0.93	0.90				45.23	50.25
M-2101BA	Air Cooler for P-2101B	BUS-14	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85			0.53	0.62	
M-3002BA	Air Cooler for P-3002B	BUS-14	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85			0.53	0.62	
M-3002BB	Air Cooler for P-3002B	BUS-14	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85			0.53	0.62	
M-2201AA	Air Cooler for P-2201A	BUS-23	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85			0.53	0.62	
M-3201AA	Air Cooler for P-3201A	BUS-23	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85					
M-3201CA	Air Cooler for P-3201C	BUS-23	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85					
M-2201BA	Air Cooler for P-2201B	BUS-24	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85					
M-3002CA	Air Cooler for P-3002C	BUS-24	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85					
M-3002CB	Air Cooler for P-3002C	BUS-24	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85					
M-3201BA	Air Cooler for P-3201B	BUS-24	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85					
M-2001AA	Air Cooler for P-2001A	BUS-31	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85					
M-2001BA	Air Cooler for P-2001B	BUS-31	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85					
M-2201A	Production Gas Cooler Fan	BUS-32	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85					
M-2201C	Production Gas Cooler Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
M-2201E	Production Gas Cooler Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
M-2201G	Production Gas Cooler Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
PM-2201A	Production Separator Wash Pump	BUS-23	M	480	55	78.87	42.15	0.93	0.90			45.23	50.25	
M-2201B	Production Gas Cooler Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
M-2201D	Production Gas Cooler Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
M-2201F	Production Gas Cooler Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			
M-2201H	Production Gas Cooler Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	16.49	0.93	0.86	17.73	20.52			

ELECTRICAL LOAD SUMMARY (for GENERATOR SIZING)

Project: Altahady Gas Field Development
60Hz

February 17, 2004 Rev.7

60Hz

Item No.	Equipment Name	BUS No.	Type of Load	Name Plate kW	Volt (V)	Full Load Current (A)	Max. Brake Power (kW)	Eff (PU)	Pf (PU)	Consumed Power				Remark		
										Continuous (C)	Intermittent (I)	Stand-by (S)				
												(kW)	(kVA)		(kW)	(kVA)
M-3104W	Lean Amine Cooler Fan	BUS-13	M	15	480	24.62	10.82	0.92	0.80	14.77						
PM-3101A	Amine Booster Pump	BUS-13	M	110	480	161.78	99.96	0.95	0.86	105.11	122.22					
M-3101AA	Air Cooler for P-3101A	BUS-13	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85	0.53	0.62					
PM-3101C	Amine Booster Pump	BUS-13	M	480	110	161.78	99.96	0.95	0.86		122.22	105.11				
M-3101CA	Air Cooler for P-3101C	BUS-13	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85				0.53	0.62		
PM-3103A	Regenerator Reflux Pump	BUS-13	M	480	11	17.23	7.29	0.90	0.86	8.12	9.49					
PM-3104A	Amine Drain Drum Pump	BUS-13	M	480	4	6.40	3.20	0.87	0.86			3.66	4.26			
PM-3112B	Anti-foam Injection Pump	BUS-13	M	480	0.37	0.79	0.30	0.70	0.80					0.53		
FN-4101B	MEG Air Blower	BUS-13	M	480	5.5	8.95	4.40	0.87	0.85					0.42		
MA-3112	Anti-foam Agitator	BUS-14	M	480	0.75	1.61	0.60	0.70	0.80	0.86	1.07			0.53		
M-3103B	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22			5.06		
M-3103D	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22			5.95		
M-3103F	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3103H	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3103J	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3103L	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3103N	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3103P	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3104B	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3104D	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3104F	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3104H	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3104J	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3104L	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3104N	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3104P	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3104R	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3104T	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3104V	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3104X	Lean Amine Cooler Fan	BUS-14	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
PM-3101B	Amine Booster Pump	BUS-14	M	110	480	161.78	99.96	0.95	0.86	105.11	122.22					
M-3101BA	Air Cooler for P-3101B	BUS-14	M	480	0.55	0.94	0.44	0.83	0.85	0.53	0.62					
PM-3103B	Regenerator Reflux Pump	BUS-14	M	480	11	17.23	7.29	0.90	0.86					8.12 9.49		
PM-3104B	Amine Drain Drum Pump	BUS-14	M	480	4	6.40	3.20	0.87	0.86					3.66 4.26		
PM-3112A	Anti-foam Injection Pump	BUS-14	M	480	0.37	0.79	0.30	0.70	0.80	0.42	0.53					
PM-3111A	Precoat Circulation Pump	BUS-41	M	480	8.5	13.70	8.50	0.91	0.82			9.34	11.39			
PM-3111B	Precoat Circulation Pump	BUS-42	M	480	8.5	13.70	8.50	0.91	0.82					11.39		
PM-3202A	Amine Charge Pump	BUS-21	M	4160	820	134.88	739.00	0.95	0.89	779.54	875.88					
PM-3202B	Amine Charge Pump	BUS-21	M	4160	820	134.88	739.00	0.95	0.89	779.54	875.88					
PM-3202C	Amine Charge Pump	BUS-22	M	4160	820	134.88	739.00	0.95	0.89	779.54	875.88					
MA-3212	Anti-foam Agitator	BUS-23	M	480	0.75	1.61	0.60	0.70	0.80	0.86	1.07					

ELECTRICAL LOAD SUMMARY (for GENERATOR SIZING)

Project: Allahaddy Gas Field Development
60Hz

February 17, 2004 Rev.7

Item No.	Equipment Name	BUS No.	Type of Load	Volt (V)	Name Plate kW (kW)	Full Load Current (A)	Max. Brake Power (kW)	Eff (PU)	Pf (PU)	Consumed Power				Remark		
										Continuous (C)		Intermittent (I)			Stand-by (S)	
										(kW)	(kVA)	(kW)	(kVA)		(kW)	(kVA)
M-3203A	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203C	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203E	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203G	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203I	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203K	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203M	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203O	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3204A	Lean Amine Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204C	Lean Amine Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204E	Lean Amine Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204G	Lean Amine Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204I	Lean Amine Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204M	Lean Amine Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204O	Lean Amine Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204Q	Lean Amine Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204S	Lean Amine Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204U	Lean Amine Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204W	Lean Amine Cooler Fan	BUS-23	M	480	110	161.78	99.96	0.95	0.86	105.11	122.22					
PM-3201A	Amine Booster Pump	BUS-23	M	480	110	161.78	99.96	0.95	0.86	8.12	9.49					
PM-3201C	Amine Booster Pump	BUS-23	M	480	11	17.23	7.29	0.90	0.86							
PM-3203A	Regenerator Reflux Pump	BUS-23	M	480	4	6.40	3.20	0.87	0.86							
PM-3204A	Amine Drain Drum Pump	BUS-23	M	480	1	0.37	0.79	0.30	0.70							
PM-3212B	Anti-foam Pump	BUS-23	M	480	0.37	0.79	0.30	0.70	0.80							
M-3203B	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203D	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203F	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203H	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203J	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203L	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203N	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3203P	Amine Regen. Condenser Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	15.44	0.93	0.86	16.60	19.22					
M-3204B	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204D	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204F	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204H	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204J	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204L	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204N	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					
M-3204P	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77					

ELECTRICAL LOAD SUMMARY (for GENERATOR SIZING)

60Hz

Item No	Equipment Name	BUS No.	Type of Load	Volt (V)	Name Plate kW (kW)	Full Load Current (A)	Max. Brake Power (kW)	Eff (PU)	Pf (PU)	Consumed Power				Remark
										Continuous (C)		Intermittent (I)		
										(kW)	(kVA)	(kW)	(kVA)	
M-3204R	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77			
M-3204T	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77			
M-3204V	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77			
M-3204X	Lean Amine Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	10.82	0.92	0.80	11.80	14.77			
PM-3201B	Amine Booster Pump	BUS-24	M	480	110	161.78	99.96	0.95	0.86	105.11	122.22			9.47 11.07
PM-3203B	Regenerator Reflux Pump	BUS-24	M	480	11	17.23	8.50	0.90	0.86					3.66 4.26
PM-3204B	Amine Drain Drum Pump	BUS-24	M	480	4	6.40	3.20	0.87	0.86					
PM-3212A	Anti-foam Pump	BUS-24	M	480	0.37	0.79	0.30	0.70	0.80	0.42	0.53			
PM-3211B	Precoat Circulation Pump	BUS-41	M	480	8.5	13.70	8.50	0.91	0.82					
PM-3211A	Precoat Circulation Pump	BUS-42	M	480	8.5	13.70	8.50	0.91	0.82					
PM-4102A	Main Lube Oil Pump for C-4101	BUS-13	M	480	11	16.87	8.00	0.91	0.86					
PM-4102B	Aux. Lube Oil Pump for C-4101	BUS-13	M	480	11	16.87	8.00	0.91	0.86	8.77	10.20			10.20
EH-4101	Oil Heater for C-4101	BUS-13	H	480	4	4.81	4.00	1.00	1.00			4.00		
M-4108A	Air cooler Fan for C-4101	BUS-13	M	480	3	5.95	2.40	0.82	0.74	2.93	3.96			
M-4108B	Air cooler Fan for C-4101	BUS-13	M	480	3	5.95	2.40	0.82	0.74	2.93	3.96			
M-4108C	Air cooler Fan for C-4101	BUS-13	M	480	3	5.95	2.40	0.82	0.74					2.93 3.96
EH-4102	Air Heater for N2 System	BUS-13	H	480	1.85	2.23	1.85	1.00	1.00	1.85	1.85			
CM-4001	Common Propane Compressor	BUS-21	M	4160	2420	383.47	2124.00	0.95	0.92	2231.09	2425.10			
PM-4002A	Main Lube Oil Pump for C-4001	BUS-23	M	480	11	16.87	8.00	0.91	0.86	8.77	10.20			10.20
PM-4002B	Aux. Lube Oil Pump for C-4001	BUS-23	M	480	11	16.87	8.00	0.91	0.86	8.77	10.20			10.20
EH-4001	Oil Heater for C-4001	BUS-23	H	480	4	4.81	10.00	1.00	1.00	10.00	10.00			10.00
M-4008A	Air cooler Fan for C-4001	BUS-23	M	480	3	5.95	2.40	0.82	0.74	2.93	3.96			2.93 3.96
M-4008B	Air cooler Fan for C-4001	BUS-23	M	480	3	5.95	2.40	0.82	0.74	2.93	3.96			2.93 3.96
M-4008C	Air cooler Fan for C-4001	BUS-23	M	480	3	5.95	2.40	0.82	0.74	2.93	3.96			2.93 3.96
EH-4002	Air Heater for N2 System	BUS-23	H	480	1.85	2.23	1.85	1.00	1.00	1.85	1.85			1.85
PM-4202A	Main Lube Oil Pump for C-4201	BUS-24	M	480	11	16.87	8.00	0.91	0.86	8.77	10.20			10.20
PM-4202B	Aux. Lube Oil Pump for C-4201	BUS-24	M	480	11	16.87	8.00	0.91	0.86			10.00		
EH-4201	Oil Heater for C-4201	BUS-24	H	480	4	4.81	10.00	1.00	1.00					
M-4208A	Air cooler Fan for C-4201	BUS-24	M	480	3	5.95	2.40	0.82	0.74	2.93	3.96			
M-4208B	Air cooler Fan for C-4201	BUS-24	M	480	3	5.95	2.40	0.82	0.74	2.93	3.96			3.96
M-4208C	Air cooler Fan for C-4201	BUS-24	M	480	3	5.95	2.40	0.82	0.74					
EH-4202	Air Heater for N2 System	BUS-24	H	480	1.85	2.23	1.85	1.00	1.00	1.85	1.85			
PM-4001A	MEG Make-Up Pump	BUS-31	M	480	0.9	2.05	0.72	0.74	0.71	0.97	1.36			
PM-4002A	Propane Make-Up Pump	BUS-31	M	480	5.5	9.62	4.40	0.86	0.80	5.12	6.40			
PM-4001B	MEG Make-Up Pump	BUS-32	M	480	0.9	2.05	0.72	0.74	0.71					1.36
PM-4002B	Propane Make-Up Pump	BUS-32	M	480	5.5	9.62	4.40	0.86	0.80					
CM-4101	Propane Compressor	BUS-11	M	4160	2420	383.47	2124.00	0.95	0.92	2231.09	2425.10			
M-4104A	Propane Condenser Fan	BUS-13	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84			
M-4104C	Propane Condenser Fan	BUS-13	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84			
M-4104E	Propane Condenser Fan	BUS-13	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84			
M-4104G	Propane Condenser Fan	BUS-13	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84			
PM-4101B	MEG Injection Pump	BUS-13	M	480	11	16.91	8.80	0.91	0.86	9.67	11.24			11.24

ELECTRICAL LOAD SUMMARY (for GENERATOR SIZING)

Project: Althabuddy Gas Field Development
60Hz

February 17, 2004 Rev 7

Item No.	Equipment Name	BUS No.	Type of Load	Volt (V)	Name Plate kW	Full Load Current (A)	Max. Brake Power (kW)	Eff (PU)	PF	Consumed Power				Remark	
										Continuous(C)		Intermittent(I)	Stand-by(S)		
										(kW)	(kVA)		(kW)		(kVA)
M-4104B	Propane Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
M-4104D	Propane Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
M-4104F	Propane Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
M-4104H	Propane Condenser Fan	BUS-14	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
PM-4101A	MEG Injection Pump	BUS-14	M	480	11	16.91	8.80	0.91	0.86	9.67	11.24				
FN-4101A	MEG Air Blower	BUS-14	M	480	5.5	8.95	4.40	0.87	0.85	5.06	5.95				
X-3102	Nitrogen Generator Package	BUS-14	E	480	30	56.38	24.00	0.80	0.80	30.00	37.50				
PT-TRU/A	CP Rectifier Unit (at TK-6503)	BUS-14	E	480	3.5	4.21	3.50	1.00	1.00	3.50	3.50				
IP-TRU/A	CP Rectifier Unit (at E-3104)	BUS-14	E	480	1	1.20	3.50	1.00	1.00	3.50	3.50				
IP-TRU/B	CP Rectifier Unit (at E-3104)	BUS-14	E	480	1	1.20	3.50	1.00	1.00	3.50	3.50				
X-3202	Nitrogen Generator Package	BUS-24	E	480	30	56.38	24.00	0.80	0.80	30.00	37.50				
PT-TRU/B	CP Rectifier Unit (at Train 2 S/S Bldg)	BUS-24	E	480	2.5	3.01	2.50	1.00	1.00	2.50	2.50				
CM-4201	Propane Compressor	BUS-22	M	4160	2420	383.47	2124.00	0.95	0.92	2231.09	2425.10				
M-4204A	Propane Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
M-4204C	Propane Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
M-4204E	Propane Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
M-4204G	Propane Condenser Fan	BUS-23	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
PM-4201B	MEG Injection Pump	BUS-23	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
FN-4201B	MEG Air Blower	BUS-23	M	480	11	16.91	8.80	0.91	0.86	9.67	11.24		9.67	11.24	
M-4204B	Propane Condenser Fan	BUS-24	M	480	5.5	8.95	4.40	0.87	0.85				5.06	5.95	
M-4204D	Propane Condenser Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
M-4204F	Propane Condenser Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
M-4204H	Propane Condenser Fan	BUS-24	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
PM-4201A	MEG Injection Pump	BUS-24	M	480	22	32.93	15.14	0.93	0.86	16.28	18.84				
FN-4201A	MEG Air Blower	BUS-24	M	480	11	16.91	8.80	0.91	0.86	9.67	11.24				
MA-5001	Condensate Corrosion Inhibitor Agitator	BUS-31	M	480	5.5	8.95	4.40	0.87	0.85	5.06	5.95				
PM-5001A	Condensate Corrosion Inhibitor Injection Pump	BUS-31	M	480	0.55	1.18	0.44	0.70	0.80	0.63	0.79				
PM-5001B	Condensate Corrosion Inhibitor Injection Pump	BUS-32	M	480	0.37	0.79	0.30	0.70	0.80	0.42	0.53		0.42	0.53	
M-5101A	Condensate Cooler Fan	BUS-13	M	480	0.37	0.79	0.30	0.70	0.80						
M-5101C	Condensate Cooler Fan	BUS-13	M	480	15	24.62	11.26	0.92	0.80	12.28	15.37				
PM-5101B	Condensate Pump	BUS-13	M	480	110	158.93	86.54	0.95	0.88	12.28	15.37				
PM-5102B	Condensate Wax Suppressant Injection Pump	BUS-13	M	480	0.37	0.79	0.40	0.70	0.80	91.48	103.95		0.57	0.71	
MA-5102	Condensate Wax Suppressant Agitator	BUS-14	M	480	0.55	1.18	0.44	0.70	0.80						
M-5101B	Condensate Cooler Fan	BUS-14	M	480	0.55	1.18	0.44	0.70	0.80	0.63	0.79				
PM-5101A	Condensate Pump	BUS-14	M	480	110	158.93	86.54	0.95	0.88	12.28	15.37				
PM-5102A	Condensate Wax Suppressant Injection Pump	BUS-14	M	480	0.55	1.18	0.44	0.70	0.80	0.63	0.79				
MA-5202	Condensate Wax Suppressant Agitator	BUS-23	M	480	0.55	1.18	0.44	0.70	0.80	0.63	0.79				
M-5201A	Condensate Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	11.26	0.92	0.80	12.28	15.37				
M-5201C	Condensate Cooler Fan	BUS-23	M	480	15	24.62	11.26	0.92	0.80	12.28	15.37				
PM-5201B	Condensate Pump	BUS-23	M	480	110	158.93	86.54	0.95	0.88	12.28	15.37				
PM-5202B	Wax Suppressant Meter Pump	BUS-23	M	480	0.37	0.79	0.40	0.70	0.80	91.48	103.95		0.57	0.71	
M-5201B	Condensate Cooler Fan	BUS-24	M	480	15	24.62	11.26	0.92	0.80	12.28	15.37				

ELECTRICAL LOAD SUMMARY (for GENERATOR SIZING)

February 17, 2004 Rev.7

Item No.	Equipment Name	BUS No.	Type of Load	Volt (V)	Name Plate kW (kW)	Full Load Current (A)	Max. Brake Power (kW)	Eff (PU)	PF (PU)	Consumed Power				Remark
										Continuous (C)		Intermittent (I)	Stand-by (S)	
										(kW)	(kVA)			
PM-5201A	Condensate Pump	BUS-24	M	480	110	158.93	86.54	0.95	0.88	91.48	103.95			
PM-5202A	Wax Suppressant Meter Pump	BUS-24	M	480	0.37	0.79	0.44	0.70	0.80	0.63	0.79			
CM-6301A	Air Compressor	BUS-41	M	480	150	223.20	122.00	0.95	0.85	128.29	150.92			
PM-6301A	Cooling Water Pump for A/Comp.	BUS-41	M	480	4.2	8.26	3.36	0.81	0.76	4.17	5.49			
M-6301AA	Cooling Fan for A/Comp.	BUS-41	M	480	2.8	7.46	2.24	0.87	0.52	2.58	4.96			
M-6301AB	Cooling Fan for A/Comp.	BUS-41	M	480	2.8	7.46	2.24	0.87	0.52	2.58	4.96			
CM-6301C	Air Compressor	BUS-41	M	480	150	223.20	122.00	0.95	0.85			128.29	150.92	
PM-6301C	Cooling Water Pump for A/Comp.	BUS-41	M	480	4.2	8.26	3.36	0.81	0.76				4.17	5.49
M-6301CA	Cooling Fan for A/Comp.	BUS-41	M	480	2.8	7.46	2.24	0.87	0.52				2.58	4.96
M-6301CB	Cooling Fan for A/Comp.	BUS-41	M	480	2.8	7.46	2.24	0.87	0.52				2.58	4.96
CM-6301B	Air Compressor	BUS-42	M	480	150	223.20	122.00	0.95	0.85	128.29	150.92			
PM-6301B	Cooling Water Pump for A/Comp.	BUS-42	M	480	4.2	8.26	3.36	0.81	0.76				4.17	5.49
M-6301BA	Cooling Fan for A/Comp.	BUS-42	M	480	2.8	7.46	2.24	0.87	0.52				2.58	4.96
M-6301BB	Cooling Fan for A/Comp.	BUS-42	M	480	2.8	7.46	2.24	0.87	0.52				2.58	4.96
PM-8001A	Diesel Transfer Pump	BUS-3	M	480	18.5	27.02	13.43	0.91	0.91				14.84	18.31
EH-8001A	Fuel Gas Electric Heater	BUS-3	H	480	130	156.37	130.00	1.00	1.00			130.00	130.00	
PM-8001B	Diesel Transfer Pump	BUS-4	M	480	18.5	27.02	13.43	0.91	0.91			14.84	16.31	
PM-8001C	Diesel Transfer Pump	BUS-4	M	480	18.5	27.02	13.43	0.91	0.91					
EH-8001B	Fuel Gas Electric Heater	BUS-4	H	480	130	156.37	130.00	1.00	1.00					
PM-8004	Line Insulator Wash Pump	BUS-4	M	480	42.5	67.76	34.00	0.92	0.82				36.96	45.07
PM-7001A	Gas Corrosion Inhibit Injection Pump	BUS-31	M	480	0.37	0.79	0.30	0.70	0.80	0.42	0.53			
MA-7002	Gas Corrosion Inhibit Agitator	BUS-32	M	480	0.37	0.79	0.30	0.70	0.80	0.42	0.53			
PM-7001B	Gas Corrosion Inhibit Injection Pump	BUS-32	M	480	0.37	0.79	0.30	0.70	0.80					
PM-9002B	Flare K.O Drum Pump	BUS-41	M	480	22	33.24	17.12	0.92	0.87			18.71	21.51	
PM-9002A	Flare K.O Drum Pump	BUS-42	M	480	22	33.24	17.12	0.92	0.87			18.71	21.51	
PM-9002C	Flare K.O Drum Pump	BUS-42	M	480	22	33.24	17.12	0.92	0.87			18.71	21.51	
PM-9101A	HC Drain Drum Pump	BUS-41	M	480	4	6.63	2.61	0.86	0.84			3.02	3.60	
PM-9101B	HC Drain Drum Pump	BUS-42	M	480	4	6.63	2.61	0.86	0.84					3.60
ET-2	Elec. heating Tracing for Train2 area	BUS-42	E	480	30	36.08	30.00	1.00	1.00	30.00	30.00			
PM-9201A	HC Drain Drum Pump	BUS-41	M	480	4	6.63	2.61	0.86	0.84			3.02	3.60	
PM-9201B	HC Drain Drum Pump	BUS-42	M	480	4	6.63	2.61	0.86	0.84					3.60
ET-3	Elec. heating Tracing for Common area	BUS-42	E	480	29.6	35.60	29.60	1.00	1.00	29.60	29.60			
PT-TRU/C	CP Rectifier Unit (at TK-8001)	BUS-3	E	480	1.5	1.80	1.50	1.00	1.00			1.50		
ET-1	Elec. heating Tracing (at P-3102C)	BUS-41	E	480	15	18.04	15.00	1.00	1.00	15.00	15.00			
ET-4	Elec. heating Tracing	BUS-41	E	480	22	26.46	22.00	1.00	1.00	22.00	22.00			
FL-TRU/A	CP Rectifier Unit (at Mainfold Area)	BUS-32	E	480	3.5	4.21	3.50	1.00	1.00			3.50	3.50	
FL-TRU/B	CP Rectifier Unit (at Mainfold Area)	BUS-32	E	480	3.5	4.21	3.50	1.00	1.00			3.50	3.50	
690-MOV-01	MOV	BUS-3	M	480	0.1	0.85	0.06	0.33	0.43			0.18	0.42	
410-MOV-01	MOV	BUS-13	M	480	0.23	1.00	0.23	0.63	0.44			0.37	0.83	
410-MOV-03	MOV	BUS-13	M	480	0.25	1.14	0.25	0.55	0.48			0.45	0.95	
410-MOV-05	MOV	BUS-13	M	480	0.25	1.14	0.25	0.55	0.48			0.45	0.95	
410-MOV-02	MOV	BUS-14	M	480	0.23	1.00	0.29	0.63	0.44			0.46	1.05	

ELECTRICAL LOAD SUMMARY (for GENERATOR SIZING)

Item No.	Equipment Name	BUS No.	Type of Load	Volt (V)	Name Plate kW (kW)	Full Load Current (A)	Max. Brake Power (kW)	Eff (PU)	Pf (PU)	Consumed Power				Remark		
										Continuous (C)		Intermittent (I)			Stand-by (S)	
										(kW)	(kVA)	(kW)	(kVA)		(kW)	(kVA)
410-MOV-04	MOV	BUS-14	M	480	0.25	1.14	0.12	0.55	0.48			0.22	0.45			
420-MOV-01	MOV	BUS-23	M	480	0.23	1.00	0.20	0.63	0.44			0.32	0.72			
420-MOV-03	MOV	BUS-23	M	480	0.25	1.14	0.12	0.55	0.48			0.22	0.45			
420-MOV-05	MOV	BUS-23	M	480	0.25	1.14	0.14	0.55	0.48			0.25	0.53			
420-MOV-02	MOV	BUS-24	M	480	0.23	1.00	0.29	0.63	0.44			0.46	1.05			
420-MOV-04	MOV	BUS-24	M	480	0.25	1.14	0.12	0.55	0.48			0.22	0.45			
300-MOV-01A	MOV	BUS-31	M	480	0.15	0.65	0.15	0.63	0.44			0.24	0.54			
300-MOV-01C	MOV	BUS-31	M	480	0.15	0.65	0.15	0.63	0.44			0.24	0.54			
300-MOV-02A	MOV	BUS-31	M	480	0.23	1.00	0.23	0.63	0.44			0.37	0.83			
300-MOV-02C	MOV	BUS-31	M	480	0.23	1.00	0.23	0.63	0.44			0.37	0.83			
400-MOV-01/1	MOV	BUS-31	M	480	0.23	1.00	0.23	0.63	0.44			0.37	0.83			
400-MOV-02/1	MOV	BUS-31	M	480	0.25	1.14	0.25	0.55	0.48			0.45	0.95			
400-MOV-03/1	MOV	BUS-31	M	480	0.13	0.71	0.13	0.48	0.46			0.27	0.59			
400-MOV-04/1	MOV	BUS-31	M	480	0.13	0.71	0.13	0.48	0.46			0.27	0.59			
400-MOV-05/1	MOV	BUS-31	M	480	0.25	1.14	0.25	0.55	0.48			0.45	0.95			
700-MOV-01	MOV	BUS-31	M	480	0.77	2.85	0.77	0.65	0.50			1.18	2.37			
500-MOV-05	MOV	BUS-31	M	480	0.15	0.65	0.15	0.63	0.44			0.24	0.54			
300-MOV-01B	MOV	BUS-32	M	480	0.15	0.65	0.15	0.63	0.44			0.24	0.54			
300-MOV-02B	MOV	BUS-32	M	480	0.23	1.00	0.23	0.63	0.44			0.37	0.83			
400-MOV-01/2	MOV	BUS-32	M	480	0.23	1.00	0.23	0.63	0.44			0.37	0.83			
400-MOV-02/2	MOV	BUS-32	M	480	0.25	1.14	0.25	0.55	0.48			0.45	0.95			
400-MOV-03/2	MOV	BUS-32	M	480	0.13	0.71	0.13	0.48	0.46			0.27	0.59			
400-MOV-04/2	MOV	BUS-32	M	480	0.13	0.71	0.13	0.48	0.46			0.27	0.59			
400-MOV-05/2	MOV	BUS-32	M	480	0.25	1.14	0.25	0.55	0.48			0.45	0.95			
700-MOV-02	MOV	BUS-32	M	480	0.18	0.58	0.18	0.70	0.53			0.26	0.49			
GAS PLANT PROCESS LOAD TOTAL										11109.09	12506.13	5000.19	5563.35	680.62	775.79	
G. P. PROCESS LOAD POWER CONSUMPTION										11109.09	12506.13	2000.08	2225.34	0.00	0.00	
G. P. PROCESS LOAD POWER CONSUMPTION SUMMARY										13109.16	kW	6720.56	kVAR	14731.47	kVA	

Generator Size Chart

Customer _____ Project _____ Analyst _____ Date _____

I. APPLICATION DATA
 Prime/Standby Power _____ Gas/Diesel Fuel _____ Volts _____ Phase _____ Hz _____

II. LOADS
 A. Lighting Loads _____ kW
 B. Other Non-Motor Loads _____ kW
 C. Motors

III. ENGINE SIZING

$$kW (Engine) = \frac{hp (Motor) \times 0.746}{Motor Efficiency (Chart 5)}$$

Starting Sequence	hp	Nema Code	Reduced Voltage Starting Type	Acceptable Voltage Dip Percent	Motor Eff. (Chart 5)	kW
1	_____	_____	_____	_____	_____	_____ kW
2	_____	_____	_____	_____	_____	_____ kW
3	_____	_____	_____	_____	_____	_____ kW
4	_____	_____	_____	_____	_____	_____ kW
5	_____	_____	_____	_____	_____	_____ kW

Total Motor Load _____ kW
 Total Engine Load (A + B + C) _____ kW

IV. ENGINE SELECTION Model: _____ Frame: _____ Rating (With Fan): _____ kW _____ Hz _____ rpm

V. GENERATOR SIZING Start Sequence _____

	Motor(s) 1	Motor(s) 2	Motor(s) 3	Motor(s) 4	Motor(s) 5
A. Starting kVA (SKVA)					
1. Motor Ratings	_____ hp	_____ hp	_____ hp	_____ hp	_____ hp
2. NEMA Code	_____	_____	_____	_____	_____
3. SKVA/hp (Use 6.0 if Code Letter Unknown)	_____	_____	_____	_____	_____
4. SKVA/hp x Motor hp (A.1 x A.3)	_____ SKVA	_____ SKVA	_____ SKVA	_____ SKVA	_____ SKVA
B. Effective SKVA					
1. All Motors Running	_____ kW	_____ kW	_____ kW	_____ kW	_____ kW
2. All Motors Running & Motor Being Started	_____ kW	_____ kW	_____ kW	_____ kW	_____ kW
3. $\frac{B.1}{B.2} \times 100$	_____ %	_____ %	_____ %	_____ %	_____ %
4. Compensation for Motors Already Started (Chart 2)	_____ 1.0	_____	_____	_____	_____
5. Step A.4. x Step B.4.	_____ SKVA	_____ SKVA	_____ SKVA	_____ SKVA	_____ SKVA
6. Reduced Voltage Factor (Chart 3) (use 1.0 if no starting aid used)	_____	_____	_____	_____	_____
7. Effective SKVA = Step B.5. x B.6.	_____ SKVA	_____ SKVA	_____ SKVA	_____ SKVA	_____ SKVA
8. Acceptable Voltage Dip (10, 20, 30%)	_____ %	_____ %	_____ %	_____ %	_____ %
C. Generator Selection (Chart 1)					
1. Frame	_____	_____	_____	_____	_____
2. Rating	_____ kW	_____ kW	_____ kW	_____ kW	_____ kW
3. SKVA at Selected Voltage Dip	_____	_____	_____	_____	_____

VI. GENERATOR SET SIZING
 Select Largest Generator Set Model of Step IV and Step V.C.1.
 Model: _____ Frame: _____ Rating: _____ kW Prime/Standby _____ Hz _____ rpm

NEMA

Customer _____ Project _____ Analyst _____ Date _____

I. APPLICATION DATA

Prime/Standby Power _____ Gas/Diesel Fuel 480 Volts 3 Phase 60 Hz

II. LOADS

A. Lighting Loads _____

B. Other Non-Motor Loads _____

C. Motors

Nameplate Data

Starting Sequence	hp	Nema Code	Reduced Voltage Starting Type	Acceptable Voltage Dip Percent	Motor Eff. (Chart 5)	Motor Efficiency (Chart 5)
1	<u>200</u>	<u>F</u>	<u>Res. 65%</u>	<u>20</u>	<u>.92</u>	<u>162</u> kW
2	<u>75</u>	<u>G</u>	<u>A-T 80%</u>	<u>20</u>	<u>.91</u>	<u>61</u> kW
3	<u>60</u>	<u>F</u>	<u>Across the line</u>	<u>20</u>	<u>.91</u>	<u>49</u> kW
4	<u>50</u>	<u>F</u>	<u>Across the line</u>	<u>20</u>	<u>.90</u>	<u>41</u> kW
5	_____	_____	_____	_____	_____	_____ kW

Total Motor Load 313 kW

Total Engine Load (A + B + C) 413 kW

IV. ENGINE SELECTION Model: 3412 T S Frame: 586 Rating (With Fan): 425 kW 60 Hz 1800 rpm

V. GENERATOR SIZING Start Sequence

A. Starting kV*A (SKVA)

1. Motor Ratings

2. NEMA Code

3. SKVA/hp (Use 6.0 if Code Letter Unknown)

4. SKVA/hp x Motor hp (A.1 x A.3)

B. Effective SKVA

1. All Motors Running

2. All Motors Running & Motor Being Started

3. B.1 x 100

B.2

4. Compensation for Motors Already Started (Chart 2)

5. Step A.4. x Step B.4.

6. Reduced Voltage Factor (Chart 3) (use 1.0 if no starting aid used)

7. Effective SKVA = Step B.5. x B.6.

8. Acceptable Voltage Dip (10, 20, 30%)

C. Generator Selection (Chart 1)

1. Frame

2. Rating

3. SKVA at Selected Voltage Dip

Motor(s) 1	Motor(s) 2	Motor(s) 3	Motor(s) 4	Motor (s) 5
200 hp	75 hp	60 hp	50 hp	_____ hp
<u>F</u>	<u>G</u>	<u>F</u>	<u>F</u>	_____
<u>5.30</u>	<u>5.94</u>	<u>5.30</u>	<u>5.30</u>	_____
<u>1060</u> SKVA	<u>446</u> SKVA	<u>318</u> SKVA	<u>265</u> SKVA	_____ SKVA
0 kW	162 kW	223 kW	272 kW	_____ kW
162 kW	223 kW	272 kW	313 kW	_____ kW
0 %	73 %	82 %	87 %	_____ %
1.0	1.21	1.26	1.28	_____
<u>1060</u> SKVA	<u>540</u> SKVA	<u>401</u> SKVA	<u>339</u> SKVA	_____ SKVA
<u>.65</u>	<u>.68</u>	<u>1.0</u>	<u>1.0</u>	_____
<u>689</u> SKVA	<u>367</u> SKVA	<u>401</u> SKVA	<u>339</u> SKVA	_____ SKVA
<u>20</u> %	<u>20</u> %	<u>20</u> %	<u>20</u> %	_____ %
<u>588</u>	<u>449</u>	<u>584</u>	<u>448</u>	_____
<u>455</u> kW	<u>225</u> kW	<u>365</u> kW	<u>225</u> kW	_____ kW
<u>714</u>	<u>385</u>	<u>543</u>	<u>357</u>	_____

VI. GENERATOR SET SIZING

Select Largest Generator Set Model of Step IV and Step V.C.1.

Model: 3412 T S Frame: 588 Rating: 455 kW Prime/Standby 60 Hz 1800 rpm

NEMA

System Capacity – Load Calculator

GENERAC

DIRECTIONS FOR NEC 2017, ARTICLE 220, PART IV		NEC REFERENCE
220.80 Optional Feeder and Service Load Calculations (RESIDENTIAL)		
SECTION CAN BE USED FOR DWELLING UNITS		220.82 (A)
- Served by a single feeder conductor (generator) 120/240 volt or 208Y/120 volt service - Ampacity of 100 amps or greater The calculated load will be the result of adding 220.82 (B) General Loads, and 220.82 (C) Heating and Air-Conditioning Load		220.82 (B) 220.82 (C)
GENERAL LOADS		220.82 (B)
General Lighting and General-Use Receptacles		
- Calculate at 3 VA per square foot - Use exterior dimensions of the home to calculate square footage – do not include open porches, garages, or unused or unfinished spaces not adaptable for future use.		220.82 (B) (1)
Add 20-amp small appliance & laundry circuits @ 1500 VA each Calculate the following loads at 100% of nameplate rating		220.82 (B) (2) 220.82 (B) (3)
- Appliances fastened in place, permanently connected or located on a specific circuit - Ranges, wall-mounted ovens, counter-mounted cooking units - Clothes dryers not connected to the laundry branch circuit - Water heaters - Permanently connected motors not included in Heat & Air-Conditioning Load section		220.82 (B) (3) a 220.82 (B) (3) b 220.82 (B) (3) c 220.82 (B) (3) d 220.82 (B) (4)
HEATING & AIR-CONDITIONING LOADS		220.82 (C)
Include the largest of the following six selections (kVA load) in calculation		
Air Conditioning and Cooling		220.82 (C) (1)
100% of nameplate rating Heat Pumps Without Supplemental Electric Heating		220.82 (C) (2)
100% of nameplate rating Heat Pumps With Supplemental Electric Heating		220.82 (C) (3)
100% of nameplate rating of the heat pump compressor* 65% of nameplate rating of supplemental electric heating equipment - If compressor & supplemental heat cannot run at the same time do not include the compressor Electric Space Heating		
- Less than 4 separately controlled units @ 65% of nameplate rating 4 or more separately controlled units @ 40% of nameplate rating 40% of nameplate rating if 4 or more separately controlled units Electric Thermal Storage (or system where the load is expected to be continuous at nameplate rating)		220.82 (C) (4) 220.82 (C) (5) 220.82 (C) (6)
100% of nameplate rating - Systems of this type cannot be calculated under any other section of 220.82 (C).		
LOAD CALCULATIONS		
General Lighting Load		3 VA x ft²
- Small Appliance & Laundry Circuits - General Appliances & Motors (100% rated load) - Sum of all General Loads		+ 1500 VA per circuit + <u>Total general appliances</u> = Total General Load (VA)
APPLY DEMAND FACTORS		
- First 10 kVA @ 100% - Remainder of General Loads @ 40%		= 10,000 VA = <u>(Total VA - 10,000) x .40</u> = Calculated General Load (VA)
HEAT / A-C LOAD @ 100%		+ <u>Largest Heat or A-C Load (VA)</u> = TOTAL CALCULATED LOAD

Worksheet — NEC 2017, 220 Part IV

Contractor		Email			
Phone		Fax			
Job Name					
Date	Location				
Voltage (Circle)	240V - 1Ø				
Fuel	NG	LPV			
Elec. Service	100 Amp	200 Amp	400 Amp	Other	
NET SQUARE FOOTAGE					
GENERAL LOADS	Qty	Rating (Load)	Factor	Loads (VA)	Loads (kW) (VA ÷ 1,000)
General Lighting and General Use Receptacles		3 VA/ft²	100%		
Branch Circuits (1500 VA/ft²)					
Small Appliance Circuits (20 Amp)		1500	100%		
Laundry Circuits		1500	100%		
Fixed Appliances		Full Current Rating			
Well			100%		
Sump Pump			100%		
Freezer			100%		
Microwave (Not counter-top model)			100%		
Disposal			100%		
Dishwasher			100%		
Range			100%		
Wall-Mounted Oven			100%		
Counter-Mounted Cooking Surface			100%		
Water Heater			100%		
Clothes Dryer			100%		
Garage Door Opener			100%		
Septic Grinder			100%		
Other (list)			100%		
			100%		
			100%		
			100%		
			100%		
			100%		
			100%		
			100%		
			100%		
			100%		
Total General Loads				VA	kW
HEAT / A-C LOAD					
A-C / Cooling Equipment			100%		
Heat Pump					
• Compressor (if not included as A-C)			100%		
• Supplemental Electric Heat			65%		
Electric Space Heating					
• Less than 4 separately controlled units			65%		
• 4 or more separately controlled units			40%		
System With Continuous Nameplate Load			100%		
Largest Heat / A-C Load (VA)					
GENERAL LOADS					
• 1st 10 kW of General Loads 100% kW			100%		
• Remaining General Loads (kW) 40% kW			40%		
CALCULATED GENERAL LOAD (kW) kW					
LARGEST HEAT / A-C LOAD 100% kW kW					
TOTAL CALCULATED LOAD (Net General Loads + Heat/A-C Load)					kW

المراجع العلمية

المولدات العاملة بماكينات الديزل د-أحمد عبد المتعال
حساب قدرة المولدات الإحتياطية د-فتحي السيد عبد القادر
Generator sizing guide GENERAC
Generator sizing guide SIEMENSE
Learner's Guide GENERAC
Generator size guide Eaton
Electrical Engineers Portable Handbook
Generator Motor Starting by MQ
WWW.electricalknowhow.com
Electricalnotes.wpcomstaging.com

تم بحمد الله

مهندس / أحمد عيسى

2023

Eng.ahmedessa2020@gmail.com

الفهرس	
صفحة 2	مقدمة عن المولد الكهربائي
صفحة 5	أنواع المولدات
صفحة 6	طرق حساب قدرة المولد للمشاريع
صفحة 6	طريقة القياس Measurement
صفحة 6	طريقة معرفة الأحمال من الفواتير المؤرشفة
صفحة 7	طريقة تجميع الأحمال LSM
صفحة 12	طريقة المعادلات
صفحة 17	طريقة Conservative Rules Of Thumb
صفحة 19	طريقة إختيار المولد بناء على المقارنة بين الأحمال المستقرة والعابرة
صفحة 36	(Rules of thumb)
صفحة 39	العوامل التي تؤثر على حسابات المولد
صفحة 39	ضبط إختيار المولد وفقاً لانخفاض الجهد العابر Voltage Dip
صفحة 42	ضبط إختيار المولد وفقاً لظروف الموقع
صفحة 45	ضبط إختيار المولد وفقاً لنوع الوقود
صفحة 46	ضبط إختيار المولد وفقاً للاحتياجات المستقبلية
صفحة 46	ضبط إختيار المولد وفقاً لمعامل الطاقة (PF)
صفحة 48	مثال على تطبيق Derating Factors للمولدات
صفحة 51	مثال شامل لحساب مولد من شركة هيونداى لمحطة أحد شركات البترول
صفحة 63	Generator Size Chart
صفحة 69	المراجع العلمية
صفحة 70	الفهرس