11- أحمال الطوارئ ومصادر التغذية أثناء الطوارئ

Emergency Loads & Emergency Supplies

عام

يسبب انفصال أو تعطل مصدر تيار المدينة (حتى ولو بصفة نادرة) عن تغذية المبنى، خطورة وخسائر مما يستدعى توفير مصدر بديل للطاقة للطوارئ، وعند إقرار ذلك، يجب مراعاة البعد الاقتصادى وذلك بحساب مقدار الخسائر والأضرار والخطورة الناتجة عن فقد مصدر التيار وفيما يلي استعراض للطرق المتاحة لتحقيق الوسائل البديلة.

11-1 مصادر التغذية أثناء الطوارئ

11-1-1 تأمين مصدر بديل لتيار المدينة

يمكن بالاتفاق مع شركة التوزيع بالمنطقة تأمين تغذية المبنى من مصدرين منفصلين بتكاليف إضافية يتحقق به نوع من أنواع التأمين بمصدرين للتيار بحيث تظل تغذية المبنى مؤمنة فى حالة فصل أو عطل أحدهما. ولا يحقق هذا الحل تأميناً ضد عطل المصدرين معاً.

11-1-2 نظام البطاريات المركزى (Central battery system)

(أ) يستخدم هذا النظام كمصدر بديل لإنارة الطوارئ ويعتمد على توفير مصدر تيار مستمر (DC) لتغذية وحدات إنارة طوارئ تعمل على التيار المستمر.

(ب) يمكن استخدام البطاريات فى هذا النظام لتغذية وحدة مغير تيار مستمر إلى متردد يعمل بالثايريستورات (Thyristor inverter) للحصول على تيار متردد (AC) ويمكن كذلك تغذية بعض أجهزة التيار المتردد منه.

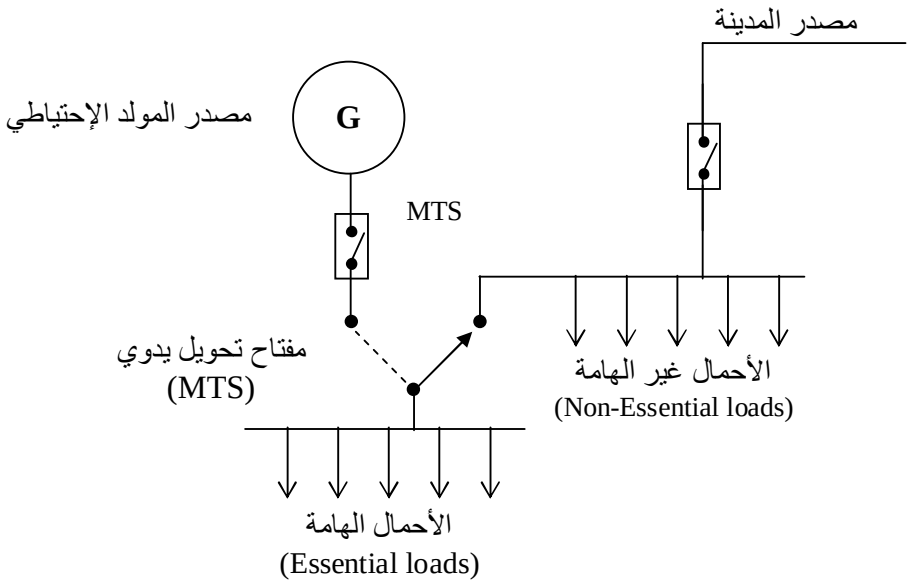
(ت) يكون استخدام بطاريات تظل مشحونة إلى الدرجة التى تكفى لتغذية معظم الأحمال المطلوبة للخدمة بكامل المبنى صعباً من الناحية العملية ولكنها تصلح فقط لتغذية نظم إنارة الطوارئ التى تعتمد بدرجة كبيرة على مدى شحن هذه البطاريات والتى عند انتهاء شحنتها يتوقف معها النظام وتكون إعادة استخدامها بعد ذلك مرتبطاً بطول مدة عطل مصدر تيار المدينة ثم إعادة شحن البطاريات. وبالتالى فإن هذا النظام غير آمن ولا يحقق الغرض منه فى حالة عطل المصدر لمدد طويلة.

11-1-3 المولدات الاحتياطية (Standby Generators)

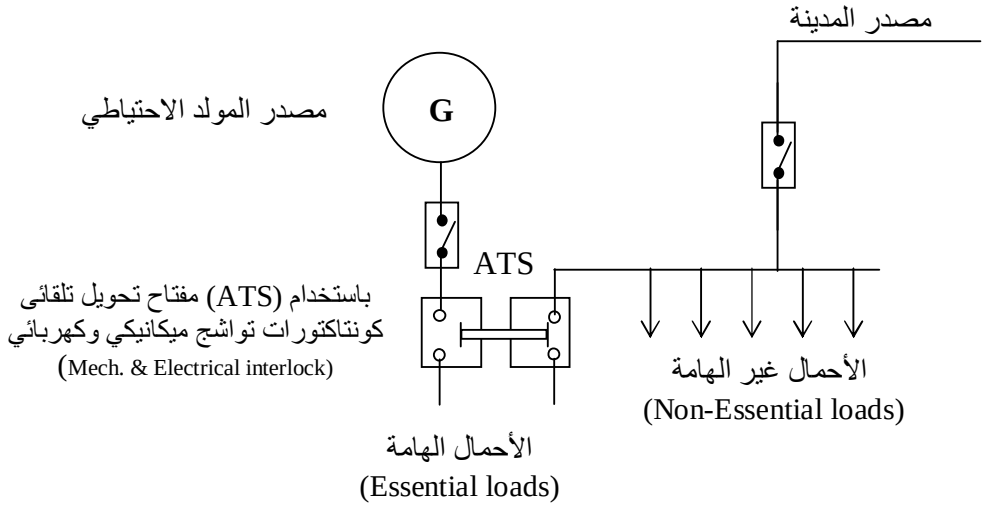
(أ) هى مولدات القوى الاحتياطية التى تعمل بالديزل ويمكن تركيبها فى المبانى لإمدادها بالتيار الكهربائى فى حالة انفصال أو تعطل مصادر المدينة وفى هذه الحالة تحقق ضمان كامل للحماية من فصل أو عطل مصادر التغذية من المدينة.

(ب) يمكن أن يكون المولد الاحتياطى بسعة تكفى مجموع الأحمال بالمبنى وفى هذه الحالة يمكن أن يتصل مباشرة باللوحة العمومية للمبنى بعد عدادات حساب الطاقة الخاصة بشركة التوزيع لتغذية كامل المبنى بكل أحماله، ويتم ذلك عن طريق سكينة قلاب يدوية أو باستخدام مفتاح تحويل تلقائى (ATS).

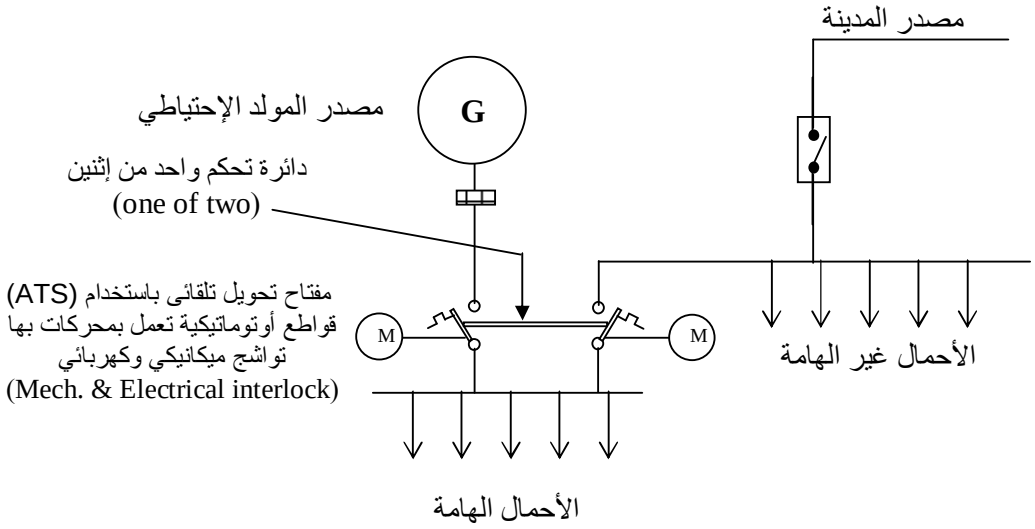
(ت) يمكن استخدام مولد طوارئ لتغذية الأحمال الهامة (Essential loads) بالمبنى فقط وقت انقطاع مصدر المدينة، وفى هذه الحالة يتبع أسلوب التوزيع لتغذية الأحمال بحيث يتم نقل التغذية من مصدر المدينة إلى المولد الاحتياطي من مركز توزيع واحد لتغذية جميع أحمال وخدمات الطوارئ وذلك بأن تقسم الأحمال عند مصدر التغذية إلى قسمين أحدهما للأحمال الهامة والأخرى للأحمال غير الهامة (Non essential loads) ويتصل فقط قسم الأحمال الهامة بمصدرى التغذية (مصدر المدينة ومصدر المولد الاحتياطى) بينما يتصل قسم الأحمال غير الهامة بمصدر المدينة فقط على النحو الموضح بالأشكال التالية.



شكل رقم (11-1): مفتاح تحويل يدوى (سكينة قلاب MTS)
بين مصدر المدينة ومصدر المولد الاحتياطى



شكل رقم (11-2): مفتاح تحويل تلقائى باستخدام
ملامسات (كونتاكتورات) بين مصدر المدينة ومصدر المولد الاحتياطى



شكل رقم (11-3): مفتاح تحويل تلقائى باستخدام قواطع بمحركات بين مصدر المدينة ومصدر المولد الاحتياطى (دائرة تحكم واحد من إثنين - one of two)

(ث) يمكن بدء تشغيل ماكينات الديزل لإدارة مولدات الطوارئ يدوياً أو تلقائياً، وبالرغم من بساطة البدء يدوياً وقلة تكلفته إلا أنه بطئ نسبياً مما يسبب إبقاء المبنى دون مصدر كهربائى لفترة زمنية إلى أن يتم إدارة الوحدة بينما يقلل البدء تلقائياً من هذه المدة ويطلق على ماكينة إدارة مولد الطوارئ المزودة ببدء تلقائى بأنها مزودة بنظام تحكم تلقائى عند سقوط المصدر (Automatic mains failure-AMF-).

ويوضح شكل (11-4) دائرة تحكم بدء حركة ماكينة الديزل لمولد الطوارئ عند سقوط تيار المصدر (Mains failure control circuit) كيفية عمل الدائرة

(1) عند انقطاع تيار المصدر يقوم المرحل (R1) بفصل القاطع الرئيسي للمصدر (Main circuit breaker) وكذا غلق دائرة ملف المرحل (R2) وبذلك تكون الدائرة مجهزة مرة أخرى للفصل فى حالة إعادة تيار المصدر.

(2) يقوم كل من المرحلات (VS1, VS2, VS3) بفصل دائرة ملف المرحل (R1) فى حالة انخفاض أو سقوط جهد أحد أطوار المصدر الثلاثة.

(3) يقوم المرحل (R4) بتوصيل صمام تشغيل ماكينة الديزل (Run solenoid) ويقوم المرحل (R5) بتشغيل بادئ الحركة (Starter motor) كما يقوم فى نفس الوقت بفصل شاحن البطاريات (Battery charger) بشكل مؤقت.

(4) إذا لم يتحقق تشغيل المولد فى زمن لا يتجاوز 10 (عشر) ثوانى، يقوم المرحل الزمنى (Timer relay T1) بفصل المرحل (R5) وبالتالى فصل بادئ الحركة وتشغيل لمبة بيان فشل بدء التشغيل (Fail to start lamp).

(5) ويقوم المرحل الزمنى (T1) فى نفس الوقت بتشغيل المرحل (R6) وبالتالى فصل الدائرة الخاصة بالمرحل (R4) والذى يقوم بفصل صمام التشغيل.

(6) فى حالة نجاح عملية تشغيل المولد الديزل تلقائياً خلال 10 ثوان، يقوم المرحل (VS 6) بفصل المرحل (R5) وبالتالى فصل بادئ الحركة (Starter motor)، وإعادة تشغيل دائرة الشاحن مرة أخرى.

(7) يقوم المرحل الزمنى (T2) بتشغيل المرحل (R3) وبالتالى تشغيل المرحل (R2) والذى يقوم بغلق دائرة لمبة بيان التشغيل الاحتياطى (Standby on lamp)، ويقوم أيضاً بفتح دائرة المرحل (R1) وهذا يؤكد استحالة تشغيل القاطع الرئيسي للمصدر أثناء تشغيل المولد الديزل.

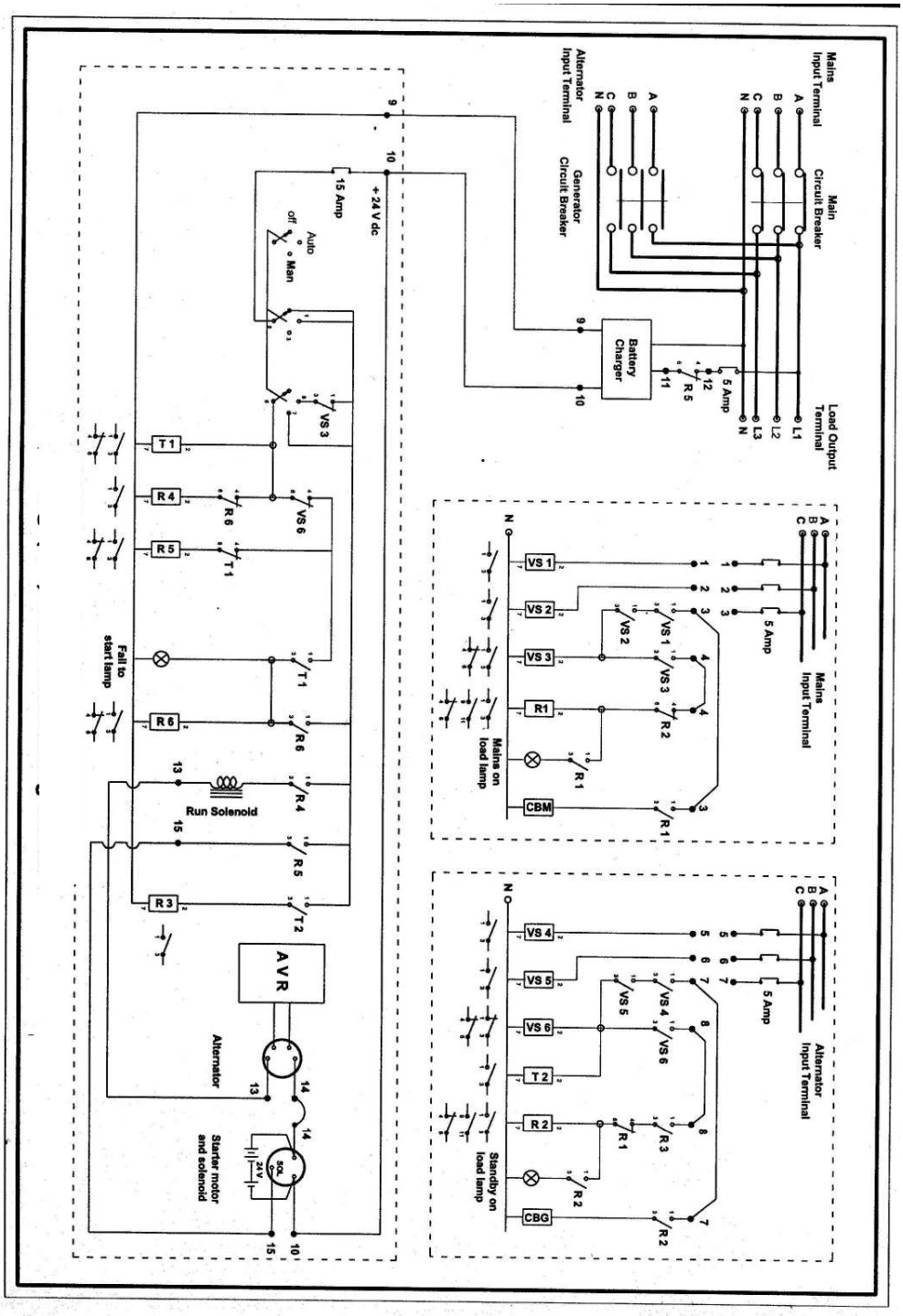
(8) عند إعادة تيار المصدر يتم تغذية ملفات المرحلات(VS1, VS3, VS2) وفصل دوائر المرحل (R4) والتايمر (T1) ويقوم المرحل(R4) بفتح دائرة صمام التشغيل، وبذلك تتوقف ماكينة الديزل، ويتم فصل المرحل (VS6) والتايمر (T2) وبالتالى يتم فتح دائرة

المرحل (R3) وفصل المرحل (R2) ثم فصل القاطع الاحتياطى (GCB) وتشغيل المرحل (R1) والذى يقوم بدوره بغلق دائرة تشغيل القاطع الرئيسى للمصدر (MCB).

(9) تبين الدائرة المبسطة فى شكل (11-4) كيفية تشغيل وحدة التوليد الاحتياطية تلقائياً فى حالة فصل تيار المصدر من المدينة وكذلك استرجاع التغذية عند عودته مرة أخرى. ويمكن إضافة تطوير إلى هذه الدائرة لتصبح ذات أداء أكمل ومن هذه الإضافات:

- مرحلات تتولى تكرار محاولات تقويم ماكينة الديزل ثلاثة أو أربعة محاولات وإذا فشل التقويم التلقائى بعد ذلك تعطى الدائرة إنذار لإمكان محاولة الإدارة اليدوية بواسطة الفنيين.
- دائرة لمحاكاة عطل المصدر يومياً مرة أو مرتين ببرنامج مسبق بحيث تعمل الماكينة تلقائياً مرة أو مرتين على اللاحمل يومياً مما يؤمن ويؤكد سلامتها لحمل الأحمال عند فقد مصدر التغذية العمومية فعلياً.

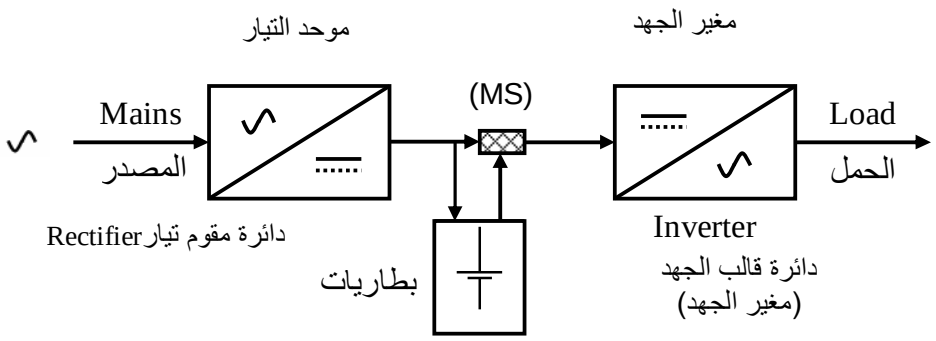
(10) تكون فتحات التهوية فى عكس اتجاه هبوب الرياح بحيث تسمح باندفاع الهواء الساخن إلى الخارج وتساعد حركة الهواء على سحبة، كما تكون فتحة خروج العادم فى عكس هبوب الرياح.



شكل رقم (11-4): دائرة تقويم ماكينة الديزل والمفتاح الناقل تلقائياً

11-1-4 مصدر تغذية قوى عديم الانقطاع (Uninterruptible Power Supply UPS)

(أ) هو عبارة عن وحدة تتكون من مقوم تيار (Rectifier) ومجموعة بطاريات ومغير تيار من مستمر إلى متردد (Inverter) وميكروسويتس (MS) للنقل من البطاريات إلى المصدر أو العكس.



شكل رقم (11-5): مكونات لوحدة مصدر تغذية قوى عديم الانقطاع (UPS)

(ب) تغذى الأحمال فى هذه الحالة من المصدر مباشرة بعد التحويل من متردد إلى مستمر ومن مستمر إلى متردد حيث يتم فى نفس الوقت شحن البطاريات من خلال التيار المستمر الناتج من الموحد.

(ت) عند انقطاع تيار المصدر تقوم البطاريات المشحونة ومن خلال الميكروسويتش (Ms) لحظياً (Instantaneously) بإمداد مغير التيار من البطاريات والذى يقوم بتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد لتغذية الحمل دون انقطاع. وعند عودة تيار المصدر تستمر التغذية كما ذكر فى (ب) بعاليه ويتم شحن البطاريات لتكون جاهزة عند أى انقطاع آخر للمصدر.

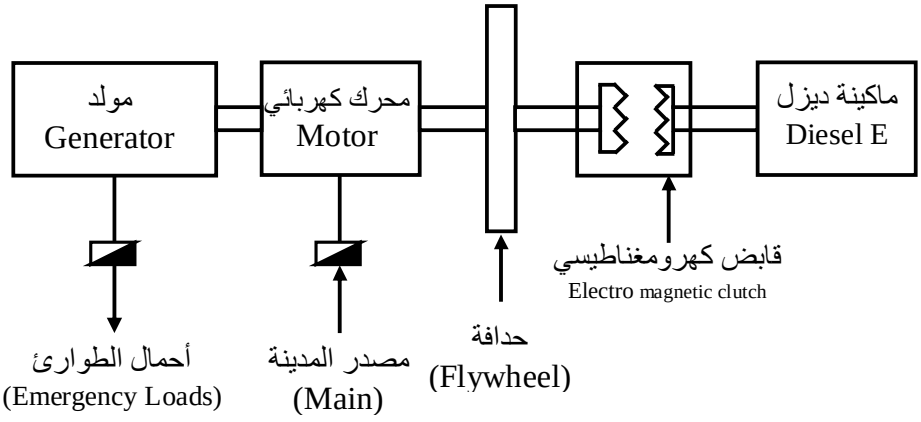
(ث) يعتبر استخدام أجهزة الـ (UPS) محدداً بوقت معين يعتمد على سعة البطاريات المركبة وسرعة تفريغها كما يعتمد على التغذية من تيار المدينة وتيار مصدر مولد الطوارئ مما يحقق استمرارية التغذية للأحمال.

11-1-5 وحدات إنارة الطوارئ

تحتوى هذه الوحدات على شاحن وبطاريات تعمل لمدد محددة بكافة أنواعها ويمكن استخدامها للإنارة وتسهيل حركة الأشخاص فى بعض الأماكن فى فترات الانتقال ما بين مصدر المدينة ومصدر مولدات الطوارئ.

11-1-6 وحدة عدم انقطاع التيار الديناميكية ((NB- NBG) No Break Generator)

ويطلق على هذا النظام أيضاً مولد عدم انقطاع مصدر القوى الديناميكى.
(Dynamic diesel UPS System)



شكل رقم (11-6): نظام مولد عدم إنقطاع مصدر القوى الديناميكى (NBG)

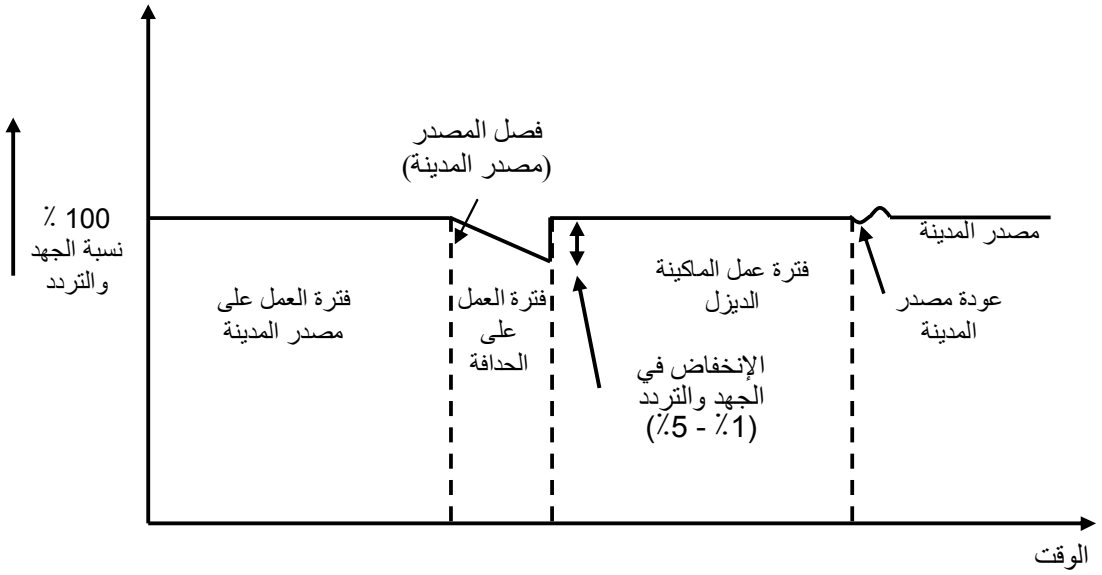
(أ) الظروف العادية:

يكون القابض مفصولاً والمحرك متصلاً بمصدر تيار المدينة ويعملان هو والمولد والحدافة معاً فيقوم المولد بتوليد التيار اللازم لتغذية أحمال الطوارئ بصفة دائمة.

(ب) عند انقطاع التيار الكهربائى:

تظل الحدافة ككتلة عالية الوزن (القصور الذاتى للحدافة فى حدود 1300 كجم. م^2) فى إدارة المحرك والمولد ويقوم المولد بتوليد القوى اللازمة لأحمال الطوارئ لعدة ثوان يسمح فيها بانخفاض الجهد والتردد حتى 5٪ (يمكن اختيار الماكينة بأن يكون هذا الانخفاض ما بين 1٪ و 5٪

والذى يتحدد منه وزن الحدافة ونوعية أعمدة المحاور المستخدمة) وفى نفس الوقت ينقبض القابض الكهرومغناطيسي وتقوم الحدافة بما تحتويه من قصور ذاتى عالى بإدارة ماكينة الديزل تمهيداً لبدء حركتها لتغذية المجموعة كلها بالحركة (الحدافة والمحرك والمولد)،شكل(11-6)، وعند ذلك يستمر المولد فى إمداد الأحمال بالتيار الكهربائى. ويبين شكل (11-7) وتيرة تشغيل النظام وتأثيرها على الجهد والتردد والنظام.



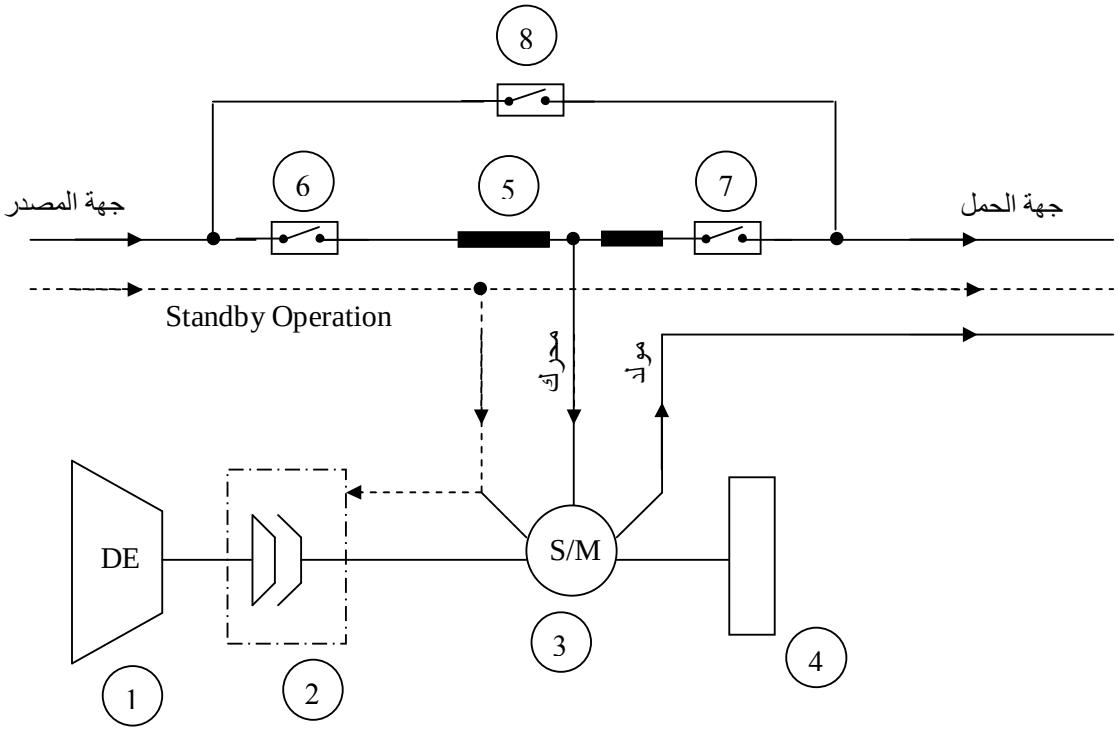
شكل رقم (11-7): وتيرة تشغيل النظام وتأثيره على جهد الخرج أثناء الفترات الانتقالية

(ت) عند عودة مصدر المدينة يفصل القابض الكهرومغناطيسي وبعد فترة تتوقف الماكينة الديزل ويستمر العمل بواسطة مصدر المدينة على النحو السابق.

(ث) يعمل مع الماكينة الديزل فى هذا النظام بطاريات قوية وشاحن بطاريات يتم تغذيته سواء من مصدر المدينة أو من مولد الماكينة وتقوم هذه البطاريات بتغذية القابض الكهرومغناطيسي وكذا تغذية سخانات الماكينة الديزل الموجودة فى دورة الزيت والمياه لجعلها دائماً بدرجة عالية للاستجابة فى بدء الحركة لقبول الأحمال بمجرد وصول سرعتها إلى سرعة التزامن.

(ج) توجد فى الأسواق وحدات لمصادر التغذية عديمة الانقطاع الديناميكية (NBDD) بقدرات حتى 2500 ك.ف.أ. عند جهد 3/50/380 فولت أو 3/50/11000 فولت (Synchronous machine) تقوم بالعمل بها آلة متزامنة واحدة تعمل كمحرك ومولد فى النظام، وكما هو موضح فى شكل (11-8).

ففى وتيرة العمل الاستعدادى (Standby-operation) تعمل الآلة المتزامنة كمحرك (Synchronous motor) وتكون الحدافة متصلة بها ويكون القابض الكهرومغناطيسي منفصلاً عن مصدر التغذية ولا تدور الماكينة الديزل فى هذه الحالة ولكن يتم تسخين دائرة الزيت والمياه بها (حتى 40 ْم). ويمكن بواسطة التحكم وقاطع الدائرة نقل القوى إلى جهة الحمل باستخدام دائرة التفريعة (Bypass circuit).



1- ماكينة الديزل
2- قابض كهرومغناطيسي
3- آلة تزامنية
4- حدافة
5- ملف خانق
6- قاطع دائرة جهة مصدر التغذية
7- قاطع دائرة جهة الحمل
8- قاطع دائرة بخط التفريعة (By – pass circuit)

شكل رقم (11-8): شكل تخطيطى لعمل نظام مصدر التغذية عديم الانقطاع الديناميكى باستخدام آلة متزامنة (Synchronous machine)

11-2 أحمال الطوارئ فى المبانى

11-2-1 أحمال الإنارة

يجب استخدام مصادر التغذية الكهربائية فى حالات الطوارئ على النحو التالى:

(أ) تخصص أجزاء من أحمال الإنارة فى المبانى الإدارية والتجارية والفندقية والصحية (مستشفيات) لتسهيل حركة الأشخاص بالمبنى.

(ب) يجب على الأقل إنارة المداخل والسلالم بالأدوار وسلالم الهروب وخاصة فى المبانى السكنية.

(ت) يجب إنارة جزء من إنارة غرف الإقامة بالفنادق والمستشفيات.

(ث) يجب إنارة جزء من المناطق العامة بالمبانى وأماكن الاستقبال وأماكن الانتظار وكذا دورات المياه.

(ج) إنارة أى أجزاء ذات أهمية خاصة فى المبانى.

(ح) يخصص جزء من إنارة الدور السفلى (البدروم) وخصوصاً فى المبانى متعددة البدرومات.

(خ) يجب إنارة أجزاء من مبانى السجون وما شابهها.

(د) يجب إنارة غرف ماكينات المصاعد وغرف المحولات ولوحات التوزيع الرئيسية وغرف المولدات الاحتياطية.

(ذ) ولا بد من اختيار أجزاء من طرقات حركة الأفراد بالأدوار لإنارتها من مصدر الطوارئ وخاصة فى الفنادق و المستشفيات.

(ر) يجب اختيار إنارة أجزاء من دور العرض ومداخلها ومخارجها وكذا أماكن لعب الأطفال لإنارتها من مصدر الطوارئ.

(ز) يتم اختيار أجزاء من الإنارة الخارجية لتأمين حركة الأفراد خارج المبنى وإنارتها من مصدر الطوارئ.

(س) يجب إنارة أنفاق السيارات والمشاة ومحطات مترو الأنفاق وما شابهها من مصدر الطوارئ.

11-2-2 أحمال المعدات

يجب بالإضافة إلى تغذية المعدات الهامة من مصدر الطوارئ أن يتم تغذية الإنارة المناسبة لها أيضاً من مصدر الطوارئ كى يتحقق أداء الغرض من تغذية الطوارئ ومن بين هذه المعدات:

(أ) مصاعد الركاب بالمبانى المختلفة ومصاعد المرضى بالمستشفيات.

(ب) الثلاجات بمطابخ الفنادق والمستشفيات وكذا ثلاجات حفظ الجثث.

(ت) محطات طلمبات رفع المياه وطلمبات الصرف أو النزح وكذا طلمبات إطفاء الحريق.

(ث) مراوح سحب الدخان من سلالم وممرات الهروب.

(ج) أجزاء من معدات المطابخ فى المستشفيات والفنادق.

(ح) بعض المعدات بالمصانع وخاصة فى مصانع المعالجات الكيماوية ومصانع البلاستيك والتى تتأثر بأضرار كبيرة عند انقطاع التيار الكهربائى.

11-2-3 أحمال متصلة بحياة الأشخاص بالمستشفيات

يجب تغذية المعدات الهامة الموجودة داخل الأماكن التالية وكذلك وحدات الإنارة بها وكذلك يجب تدبير أحد مصادر عدم انقطاع التيار لمثل هذه المعدات مثل (UPS or NBG).

(أ) غرف العمليات بمختلف أنواعها وأنظمة الإنارة الخاصة بها.

(ب) غرف الرعاية المركزة والفائقة والزائدة.

(ت) أجهزة القلب الصناعى وقسطرة القلب والغسيل الكلوى.

(ث) الأجهزة المتصلة بالمرضى لمراقبة أداء وظائف الجسم أو أداء العلاج لها.

(ج) بعض عيادات الأسنان والعظام وبعض الجراجات وما شابهها.

11-2-4 أنظمة تعمل بالتيار الكهربائى فى جميع الظروف ولا يسمح بانقطاعه

يجب تأمين تغذية بعض الأنظمة الهامة ليس فقط بتغذيتها من مولدات الطوارئ ولكن من مصادر عدم انقطاع التيار مثل (الـ NBG و UPS):

(أ) أنظمة وأجهزة تأمين المبانى ضد السرقة أو الاختراق وأجهزة الأمن بوجه عام للمبنى.

(ب) أنظمة وأجهزة التنبيه والإنذار بالمبانى.
(ت) أنظمة التليفونات وسنترالاتها بالمبانى.
(ث) أنظمة الإذاعة الداخلية بالمبانى.
(ج) أنظمة إنذار الحريق بالمبانى.
(ح) أنظمة الهوائى المركزى ومحطات استقبال القنوات الفضائية بالمبانى.
(خ) أنظمة إنارة غرف العمليات والاستدعاء الصوتى والضوئى بالمستشفيات وكذلك أنظمة شاشات المتابعة بغرف العمليات وأجهزة الاتصال بها والأجهزة الموجودة بغرف العناية المركزة والأجهزة المتصلة بالمرضى لمراقبة وظائف الجسم.
(د) أنظمة وأجهزة الكومبيوتر وخصوصاً فى المبانى العامة (إدارية – تجارية – بنوك – مستشفيات – فنادق – والمصانع التى تعتمد على الكومبيوتر فى إدارتها) وأنظمة التحكم فى إدارة المبنى (PMS) Power management system.
(ذ) تغذية إنارة المراقبة وأبراج المراقبة بالمطارات.
(ر) تغذية إنارة ممرات وأجهزة وأنظمة الهبوط وأنظمة شاشات المراقبة وأبراجها بالمطارات.
(ز) تشغيل مراكز القيادة وأجهزتها وشاشاتها وأجهزة اتصالها المختلفة.

3-11 أمثلة تطبيقية

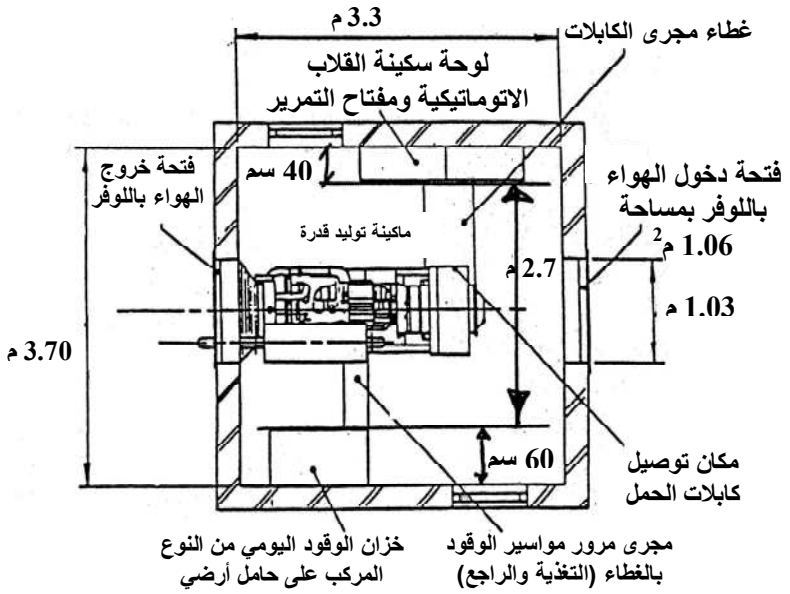
فيما يلى بعض سعات وأبعاد الغرف لماكينات توليد احتياطية تعمل بالديزل ومثال يوضح كيفية استخراج البيانات أو المعلومات من جداول كود ماكينات الطوارئ:

مثال (1): ماكينة توليد احتياطية قدرة 80 ك.ف.أ. تحتوى خزان الوقود اليومى ملحقاً بقاعدتها ولوحة تشغيل مركبة على شاسيه الوحدة:

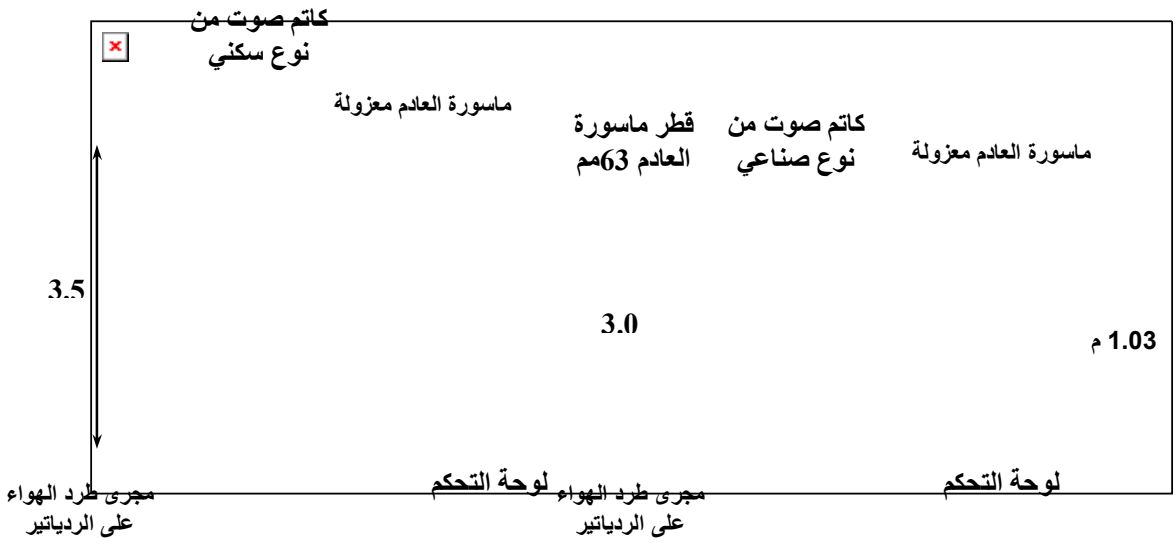
- من جدول (2-1) بكود مولدات الطوارئ تكون مقاسات غرفة الماكينة طول 3.3م ، عرض 2.7م ، وارتفاع 3م وفتحة التهوية المقابلة لظهر الماكينة بمساحة 1.06 م2 [1.77م × 0.60م مثلاً].

- ومن جدول (3-2) بكود مولدات الطوارئ يكون قطر ماسورة العادم 63مم (2.5 بوصة) وذلك إذا كان مخرج ماسورة العادم قريباً من الماكينة ويتم استخدم كاتم صوت من النوع الملائم للمناطق الصناعية.

* أما إذا كان خزان الوقود اليومى منفصلاً وكان عرضه 60سم مثلاً ووضع مجاوراً للحائط، فإن عرض الغرفة يزيد بمقدار 60سم ويصبح 3.3م.
* وإذا كانت لوحة تشغيل الماكينة منفصلة عن شاسيه الوحدة وذات عرض 40 سم مثلاً، فإنه يتم زيادة عرض الغرفة بنفس القيمة أيضاً.
* وإذا كان مخرج العادم بعيداً عن غرفة الماكينة (بخمسة عشر متراً مثلاً)، فإن قطر ماسورة العادم يصبح 76مم (3 بوصة) بدلاً من 63سم، أنظر جدول (3-1) بكود مولدات الطوارئ.
* وإذا استخدم كاتم صوت من النوع الملائم للمناطق السكنية تكون أبعاده عادة أكبر من كاتم الصوت الملائم للمناطق الصناعية بحوالى 50 سم مما يستدعى زيادة ارتفاع الغرفة ليكون 3.5م بدلاً من 3.00م.
* يرجع إلى شكل (11-9).



(أ) مسقط أفقى



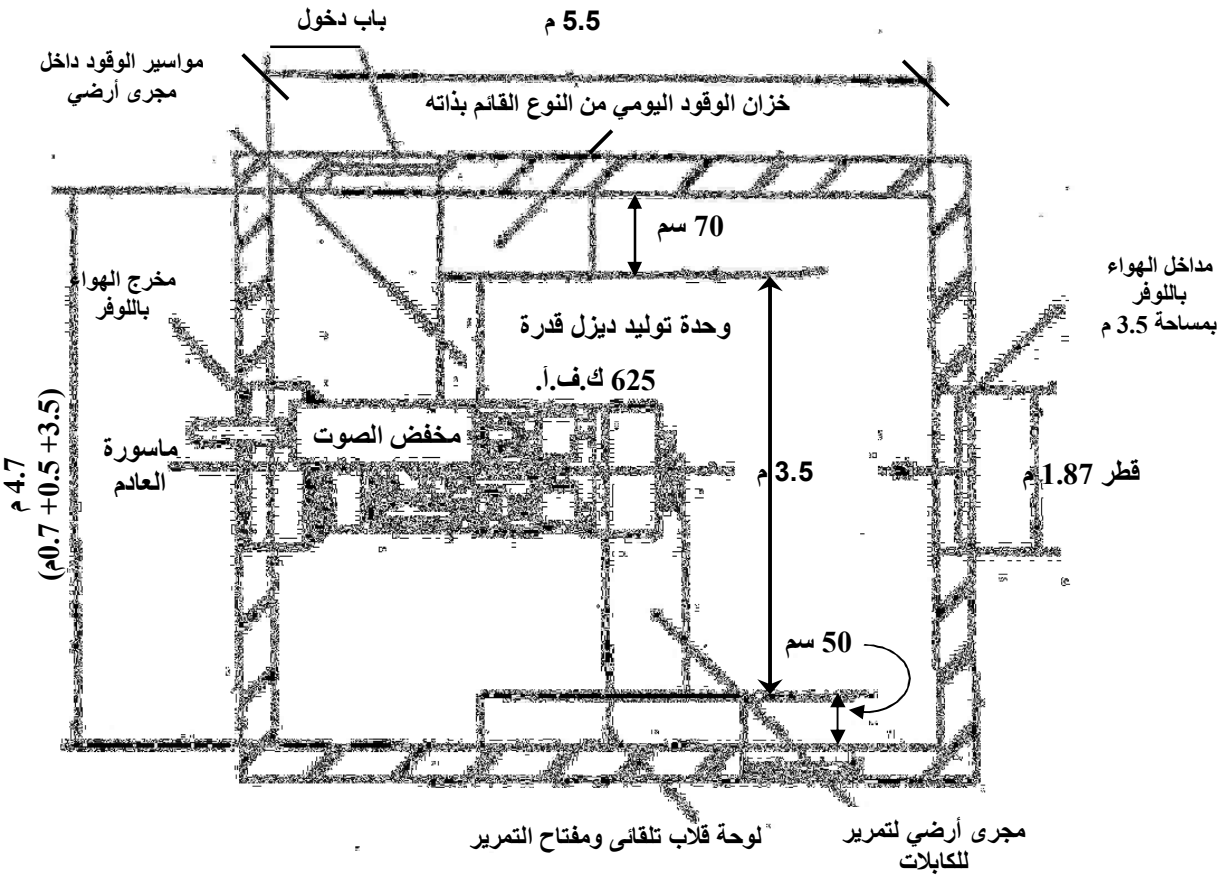
(ب) مسقط رأسى (ت) مسقط رأسى

شكل رقم (11-9):أبعاد غرفة المولد الاحتياطى وتأثر هذه الأبعاد بمكان خزان الوقود، لوحة القلاب ونوع كاتم الصوت

مثال (2): وحدة توليد ديزل قدرة 625 ك.ف.أ. ولوحة التشغيل والمفتاح الناقل التلقائى منفصلة عن الوحدة وبعرض 50سم وماسورة العادم تخرج إلى الهواء الخارجى على بعد 18 متر وبها عدد 3 كوع للوصول إلى الهواء الخارجى وخزان الوقود منفصل عن الوحدة وبعرض 70سم

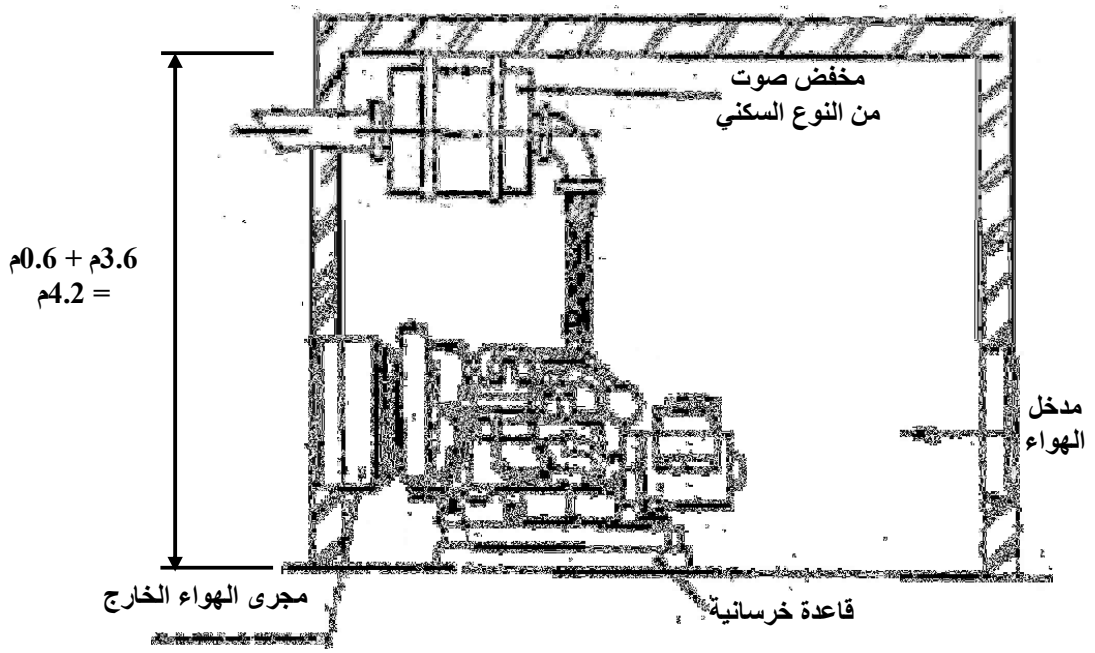
- من جدول (2–1) بكود مولدات الطوارئ تكون مقاسات غرفة الماكينة طول 5.5م ، عرض 3.5م ، وارتفاع 3.6م ونظراً لوجود لوحة بعرض 50 سم وخزان وقود بعرض 70 سم منفصل عن الماكينة، فإنه يجب زيادة عرض غرفة الماكينة ليصبح 3.5 + 0.50 + 0.7 = 4.7م، شكل (11–10 أ).
- ويمكن تحديد فتحة دخول الهواء لغرفة الماكينة من جدول (2–1) بمقاس 3.5م2 ويمكن أن تكون أبعادها 3.9م × 0.9م أو 4.4م× 0.8م أو 1.87م × 1.87م، شكل (11–10 أ).

* ومن الجدول (3–2) يكون قطر ماسورة العادم 150مم (6بوصة) ولكن نظراً لأن طول ماسورة العادم 18م بها أكواع تمثل ثلاثة أمتار، فلا يمكن اختيار القطر 150 مم (6 بوصة) لأنه خاص بماسورة عادم قصيرة نسبياً، ولكن بالرجوع للجدول (3–1) بكود مولدات الطوارئ يجب زيادة القطر واختياره 200مم (8 بوصة) وذلك بفرض استخدام مخفض للصوت من النوع الملائم للمناطق الصناعية، أما إذا تم استخدام مخفض من النوع الملائم للمناطق السكنية، فإن قطره سيكون أكبر من ذلك وبالتالى يجب زيادة ارتفاع الغرفة بحوالى 60سم لاستيعاب ذلك وليصبح 4.2م، شكل [11–10 (ب ، ت)].
* وإذا كانت لوحة تشغيل الماكينة منفصلة أيضاً وكانت بعرض 40 سم مثلاً فإنه يتم زيادة عرض الغرفة بنفس هذا العرض أيضاً.

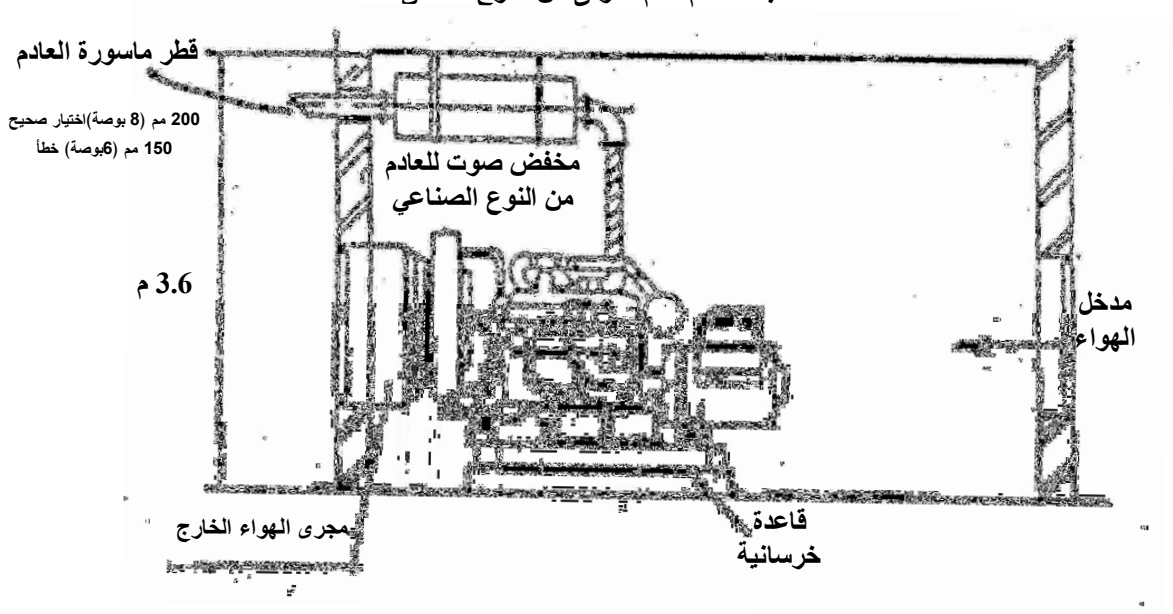


(أ) تأثير وجود اللوحة وخزان الوقود على أبعاد غرفة المولد الإحتياطى

شكل رقم (11–10): أبعاد غرفة المولد الاحتياطى وتأثرها بأوضاع خزان الوقود ولوحة المفتاح القلاب التلقائى



(ب) أبعاد غرفة المولد الاحتياطى وتأثرها
باستخدام كاتم صوتى من النوع السكنى



(ت) تأثير بعد مخرج العادم على اختيار قطر ماسورة العادم

تابع شكل رقم (11-10): أبعاد غرفة المولد الاحتياطى وتأثرها بأوضاع خزان الوقود ولوحة مفتاح القلاب التلقائى

مثال(3): للتعرف على استخدام جداول الاختيارات المختلفة الموجودة فى كود مولدات الطوارئ. يتم اعتبار مبنى ذو استخدام ما، حددت له أثناء التصميم أحمال الطوارئ التالية:

(1) أحمال إنارة داخلية وخارجية ومقابس (برايز) خدمة ومقابس قوى وسخانات وأجهزة تكييف صغيرة ألخ : 120 ك.وات

(2) طلمبات رفع مياه: 15 حصان بمحرك حثى يدار بمقوم (Δ/Y) (المحرك ذو القفص السنجابى) (S.Cage).

(3) طلمبة صرف: 4 حصان بمحرك حثى يدار بمقوم مباشرة من مصدر التغذية (D.O.L) المحرك (S.Cage).

(4) مصاعد تعمل أثناء الطوارئ عدد (2) قدرة محرك كل منها 10 حصان تدار مباشرة (D.O.L) المحرك (.S..C.IM).

(5) المطبخ به أحمال تسخين وثلاجة كبيرة للحفظ:

(أ) أحمال أقراص تسخين: 20 ك.وات.

(ب) الثلاجة بقدرة: 40 حصان وسوف نفترض أن المحرك ذو الحلقات المنزلقة (Slip rings).

(6) طلمبات إطفاء حريق:

(أ) طلمبة جوكى قدرة 7 حصان بمحرك حثى (.S.C.IM).

(ب) طلمبة إطفاء حريق رئيسية: بمحرك حثى (.S.C.IM) قدرة 67 حصان يدار من مصدر التغذية بمقوم (Auto transformer).

(7) أحمال أجهزة ومعدات لا تقبل انقطاع التيار الكهربائى: 25 ك.وات

(8) أحمال أجهزة كمبيوتر تعمل على مصدر الطوارئ: 8 ك.وات.

(9) أحمال أجهزة تيار خفيف فى غرفة الأمن:

(أجهزة أمن ومراقبة – نظام كاميرات مراقبة – نظام إذاعة داخلية – نظام إنذار حريق أوتوماتيكى – سنترال ونظام سنترال تليفونات داخلى): 14 ك.وات.

(10) مروحة سحب الدخان من ممرات الهروب بمحرك حثى (S.C.IM.) قدرة 20 حصان يدار بمقوم (Δ / Y).

وكان موقع هذا المبنى يرتفع 1500م عن سطح البحر ودرجة حرارة الموقع (Ambient) 45 ْ م ووحدة توليد الكهرباء المطلوبة تعمل عند سرعة 1500لفة/ق وتردد 50 هرتز وجهد التشغيل 380 فولت (الجهد المثالى 400فولت) ويسمح بارتفاع درجة حرارة المولد حتى 80 ْ م (يمكن اختيار 100 ْ م كبديل لذلك) والانخفاض فى الجهد اللحظى المسموح به عند تقويم المحركات بأنواعها حتى 25٪ (voltage dip.).

ملاحظات:

- لا يطبق على هذه الأحمال معامل تباين (Diversity factor).
- لا تزاد هذه الأحمال لأغراض امتداد مستقبلى (Future extension) لأن أحمال طلمبات إطفاء الحريق وكذا مروحة سحب الدخان من ممرات الهروب هى أحمال زائدة على الحمل الإجمالى إذ عند عملها تتوقف أحمال كثيرة أخرى مثل أحمال المصاعد وطلمبات المياه وأحمال التسخين بالمطبخ وأحمال أخرى للأجهزة والإنارة، مما تعتبر معه أحمال طلمبات إطفاء الحريق ومروحة سحب الدخان هى فعلاً قيمة لأحمال مستقبلية.
- وجب التنويه أن الأحمال المذكورة فى البنود (7) ، (8) ، (9) بعاليه يجب أن يتحقق لها تدبير أجهزة عدم انقطاع التيار الكهربائى سواء (UPS) أو (NBS) سواء كان لكل نظام (UPS) منفصل أو جهاز واحد كبير لتغذيتها جميعاً لمدة تتراوح من (10 – 15 دقيقة) من لحظة انقطاع التيار الكهربائى وإلى أن يصل تيار الطوارئ من الماكينة الاحتياطية وخصوصاً إذا ما كانت أجهزة البند (7) بعاليه هى من الأجهزة المتصلة بحياة الإنسان.
- إجمالى الأحمال مجموعة جمعاً جبرياً: 187 ك.وات + 173 حصان وإجمالاً تساوى حوالى 320 ك.وات.

الخطوة الأولى: يتم الاستعانة بالجدول (9–1) والشكل (9–1) بكود مولدات الطوارئ لاستكمال البيانات الخاصة بالمحركات الكهربائية لكل حمل على حده: كنوع الحمل الذى تقوم بإدارته وطريقة بدء حركته (Starting method) ويتم تسجيل كل حمل بتفاصيله (الحمل ، المعامل K ، المعامل E) وذلك على النحو الموضح بالجدول (11–1).

جدول رقم (11-1) : حساب أحمال الطوارىء

رقم الحمل	نوع الحمل								
(a)	اجمالى أحمال الإنارة والقوى والبرايز والسخانات والمكيفات الصغيرة ... ألخ، [مجموع الأحمال (1) + (5) ب + (7) + (8) + (9)] = 187 ك.ف.أ.								
	نوع الحمل	حصان	طريقة بدء الحركة (Starting)	نوع المحرك	P.F.	Input kW	Input kVA	Factor (K)	Factor (E)
(2)	طلمبة مياه	15	Y / Δ	S.C.	0,83	12.86	15.6	2.2	0.45
(3)	طلمبة صرف	4	D.O.L	S.C.		3.7	4.46	6.5	0.45
1(4)	مصعد	10	D.O.L	S.C.		8.82	10.5	6.5	0.45
2(4)	مصعد	10	D.O.L	S.C.		8.82	10.5	6.5	0.45
(5)ب	ثلاجة المطبخ	40	تيار التقويم مرتين تيار الحمل	S.R.		33.1	40.41	2	0.9
(6)أ	طلمبة جوكى (Joly)	7	D.O.L	S.C.		6.17	7.35	6.5	0.45
(6)ب	طلمبة الإطفاء الرئيسية	67	Auto Transf.	S.C.		54.1	65.1	3.6	0.445
(10)	مروحة سحب الدخان	20	Y / Δ	S.C.		16.9	20.7	2.2	0.45

S.C.	محرك ذو القفص السنجابى (S.Cage)
S.R.	محرك ذو الحلقات المنزلقة (Slip rings)
Y / Δ	ستار دلتا ستارتر
D.O.L	Direct on line stater

البيانـــات الـــسابقة P.f. ، Input kW ، Input kVA ، Factor (k) يمكن الحصول عليها من الجدول رقم (9-1) بكود مولدات الطوارئ سواء بالانتقاء المباشر أو بنسبة إلى بعض السعـــــات و E Factor من الشكل رقم (9-1) بكود مولدات الطوارئ

الخطوة الثانية: يتم إنشاء الجدول رقم (11-2) مع الاستعانة بالبيانات الواردة بالجدول السابق:

جدول (11-2) : حساب الحمل الإجمالى للطوارىء

رقم الصنف	رقم العامود	ع1	ع2	ع3	ع4	ع5	ع6	ع7	ع8	ع9
ص1	رقم الحمل من الجدول السابق	(a)	(c)	(3)	1(4)	2(4)	(5)ب	(6)أ	(6)ب	(10)
ص2	الحمل الكامل (ك.وات) من الجدول السابق	187	12.87	3.7	8.82	8.82	33.1	6.17	54.1	16.9
ص3	الحمل الكامل ك.ف.أ. F.L. (kVA) من الجدول السابق	187	15.6	4.4	10.5	10.5	40.41	7.35	65.1	20.7
ص4	معامل بدء الحركة Start (k) من الجدول السابق Factor	–	2.2	6.5	6.5	6.5	2	6.5	3.6	2.2
ص5	معامل بدء الحركة Start (E) من الجدول السابق Factor	–	0.45	0.45	0.45	0.45	0.9	0.45	0.445	0.45
ص6	حمل بدء الحركة[k × F.L. ص3 × ص4 d(kVA)	–	34.32	29	68.25	68.25	80.82	47.78	234.36 (a)	45.54
ص7	الحمل المؤثر ك.وات ص 6 × E	–	15.44	13.05	30.71	30.71	72.74	21.5	104.3	20.5
ص8	تطور التحميل على المولد (ك.وات)	0	187	199.86	203.56	212.38	221.2	254.3	260.25	314.35
ص9	الحمل النهائى ص7 الحمل الكامل (ك.وات)	187	202.44	212.91	234.27	243.09	293.94	275.8	364.55 (b)	334.85
ص10	الحمل الإجمالى ص8 الحمل الكامل (ك.وات)	187	199.87	203.56	212.38	221.2	254.3	260.47	314.35	331.75 (c)

* تطور التحميل على المولد (ص8) ينتج من (ص3): ع1 الحمل صفر ، ع2 هو الحمل عند ع1/ص3 ، ع3 هو الحمل عند ع1 + ع2/ص3 ، الحمل عند ع4 = الحمل عند ع1 + ع2 + ع3/ص3 ، الحمل عند ع5 = الحمل عند ع1 + ع2 + ع3 + ع4/ص3 وهكذا.
* (ص) ترمز للصفوف
* (ع) ترمز للعمود

من الجدول (11-2) يمكن استخراج الآتى:

(a) هى أعلى قيمة فى الصف السادس (ص6) والتى تمثل أعلى قدرة ظاهرية لازمة لبدء الحركة (ك.ف.أ) (Max. value of start) = 234.36 ك.ف.أ

وإذا أرجعت إلى جهد 380 فولت=234.36×($\frac{400}{380}$)^2 = 246 ك.ف.أ

(على أساس جهد التشغيل 380 فولت / 50هرتز والجهد المثالى 400 فولت

(b) أعلى قيمة فى الصف التاسع (ص9) والتى تمثل أقصى قيمة للحمل النهائى (ك.وات) (Max value of final kW) = 364.55 ك. وات.

(c) أعلى قيمة فى الصف العاشر (ص10) والتى تمثل قيمة الحمل الأعلى الإجمالى (ك.وات) (Max value of total Peak) = 331.75 ك. وات.

هذا ويمكن إجراء عدة محاولات لتخفيض القيمة القصوى للقدرة الفعالة بافتراض عدة مرادفات لترتيب التطبيق (Sequence of application) إذا كان ذلك ممكناً عملياً أو كان مسموحاً باستخدامه.

الخطوة الثالثة:مراعاة النقاط التالية:

- يتم تصنيف السعة (Rating class) بحيث يكون المولد ذو قدرة للعمل كاحتياطى للطوارئ، وتكون k1=0.91 من جدول (9-3) بكود مولدات الطوارئ.
- إذا كانت درجة حرارة الوسط المحيط (Ambient) 45 ْ م، تكون k2 = 1.052 من نفس الجدول المشار إليه (9-3).
- بما أن الارتفاع عن سطح البحر 1500 متر تكون k2 = 1.052 من نفس الجدول المشار إليه (9-3).
- إذا ما تم اختيار الارتفاع فى درجة حرارة المولد 80 ْ م (Alternator temp. rise) تكون k3 = 1.10 من نفس الجدول المشار إليه (9-3).

وبذلك يمكن حساب (Alternator equivalent continuous rating)

$$kW = Max\,value\,of\ \ final\,kW \times k1 \times k2 \times k3$$
$$= 364.55 \times 0.91 \times 1.052 \times 1.10 = 384\,kW$$

وبذلك يكون المولد ذو قدرة للعمل كاحتياطى للطوارئ تساوى 384 ك.وات (480 ك.ف.أ) وقدرة كلية عند التقويم يمكن الحصول عليها بالنسبة من جدول

(9-1) من كود مولدات الطوارئ عند البحث عند اختيار انخفاض الجهد 25 ٪ فيكون:

$$Start\ \ kVA\ \ for\ 25\%Voltag\ dip = 566 kVA$$

النتائج:

ومما سبق تكون التوصية بالسعة المطلوبة (Sizing recommendation) 364.55 = 365 ك.وات (456 ك.ف.أ) وتتحمل زيادة فى الحمل 10٪ أى حتى 400 ك.وات (500 ك.ف.أ) ومزودة بمنظم جهد وتردد تلقائى (Hz & V. Regulator) ذو قدرة قصوى 365 ك.وات (456ك.ف.أ). والمولد بقدرة 384 ك.وات (480 ك.ف.أ) وقدرة كلية عند التقويم وانخفاض الجهد 25٪:

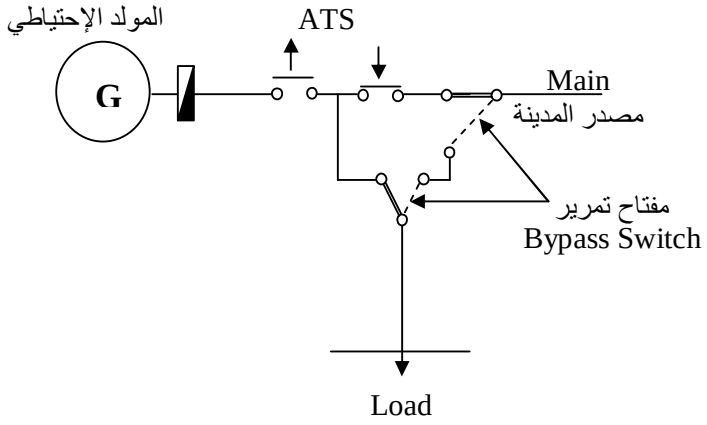
$$Start\ \ kVA\ \ for\ 25\%V.dip = 566\ kVA$$

وكذلك يمكن تلخيص النتائج فى الرسم الخطى (Single line diagram)، كما هو مبين بالشكل (11-11).

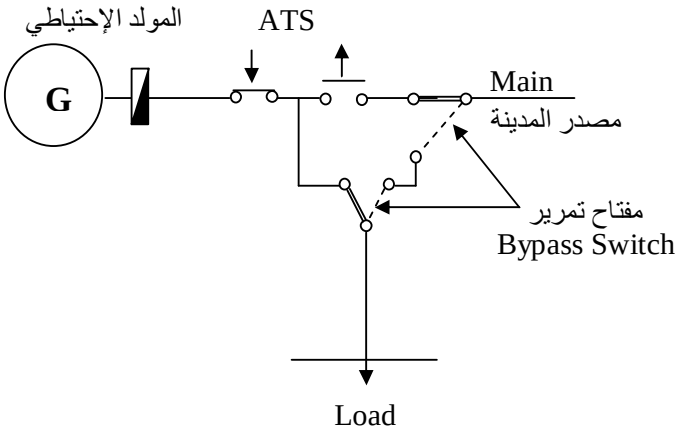
ويبين شكل (11-12) مفتاح النقل التلقائى مع استخدام مفتاح التمرير.

شكل رقم (11-11): رسم تخطيطي للأحمال

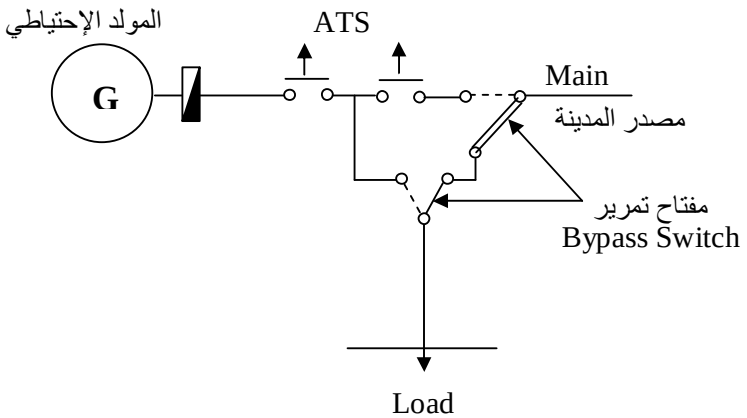
كذلك نوضح فيما يلى الناقل التلقائى مع استخدام مفتاح التمرير.



(أ) الوضع الأول: المصدر سليم



(ب) الوضع الثاني: المولد يعمل والمصدر مفصول



(ت) الوضع

الثالث: المصدر سليم وأثناء الصيانة لوحدة التوليد وملحقاتها يستخدم مفتاح التمرير في توصيل الحمل

شكل رقم (11-12): أوضاع مفتاح النقل التلقائى مع استخدام مفتاح التمرير

بيانات أخرى يمكن الحصول عليها من كود مولدات الطوارئ خاص بالمولد فى المثال السابق:

مقاسات غرفة ماكينة التوليد الاحتياطية:

من جدول (2–1)

الطول: 5.5 متر

العرض: 3.5 متر

الارتفاع: 3.6 متر

مساحة مأخذ الهواء : 3 متر مربع

قطر ماسورة العادم : 6 ً (15 سم)

- فإذا كان لدينا لوحة (ATS) ومفتاح تمرير (By-pass switch) بعرض 60 سم مثلاً فإنه يمكن زيادة عرض الغرفة إلى 3.5 + 0.6 = 4.1 متر.
- وإذا كان طول ماسورة العادم متجاوزاً طول 6 متر وكان هناك أكواع فى المسار فإنه يمكن الرجوع للجدول (3–1) بكود مولدات الطوارئ لتحديد القطر الذى سيكون أكبر من 6 ً بالطبع.