

٤

الموسوعة العملية في التركيبات الكهربائية

المولدات العاملة بمحركات дизيل

www.almohandes.org



المهندس

أحمد عبد المنعم



المحتويات

الصفحة

الموضوع

الباب الأول

المولدات التزامنية

١٧	مقدمة	١/١
١٧	مصطلحات فنية هامة	٢/١
٢١	دوائر التوحيد	٣/١
٢٢	١/٣/١ دوائر التوحيد الأحادية الوجه	٤/١
٢٣	٢/٣/١ دوائر التوحيد الثلاثية الوجه	
٢٤	المولدات التزامنية	٤/١
٢٨	التوصيات المختلفة لملفات المولدات التزامنية	٥/١
٣٣	أنواع المولدات التزامنية	٦/١
٣٤	١/٦/١ المولدات التزامنية ذات الفرش الكربونية	
٣٥	٢/٦/١ المولدات التزامنية ذات التغذية الذاتية والمزودة بمنظم جهد	
	٣/٦/١ المولدات التزامنية ذات التغذية المنفصلة والمزودة بمنظم جهد	
٤٥	حماية المولدات التزامنية من الظروف البيئية	٧/١

الباب الثاني

أجهزة القياس الكهربائية

٤٩	التصميمات المختلفة لأجهزة القياس	١/٢
----	----------------------------------	-----

٤٩	.....	١/١/٢ أجهزة القياس ذات الملف المتحرك
٥٠	.....	٢/١/٢ أجهزة القياس ذات القلب الحديدي المتحرك
٥٤	.....	٣/١/٢ أجهزة القياس الكهروديناميكية
٥٨	.....	٤/١/٢ أجهزة القياس الحثية
٥٩	.....	٥/١/٢ الأجهزة الاهتزازية
٦١	.....	٢/٢ أجهزة القياس المستخدمة مع المولدات التزامنية
٦٥	.....	٣/٢ محولات التيار
٦٨	.....	٤/٢ محولات الجهد
٧٠	.....	٥/٢ أجهزة القياس والمرسلات لماكينات дизيل

الباب الثالث

دوائر التحكم التقليدية

٧٧	.....	١/٣ المفاتيح الكهرومغناطيسية
٧٩	.....	٢/٣ المتممات الحرارية
٨١	.....	٣/٣ المؤقتات الزمنية
٨٣	.....	٤/٣ الضواغط والمفاتيح
٨٩	.....	٥/٣ نظرية تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى الكهرومغناطيسى
٨٩	.....	١/٥/٣ التشغيل والفصل بمفتاح تشغيل له وضعى تشغيل
٩٠	.....	٢/٥/٣ التشغيل والفصل بضاغط يدوى
٩٢	.....	٦/٣ تشغيل وإيقاف محرك استنتاجي ثلاثى الأوجه
٩٣	.....	٧/٣ أجهزة البيان والإندار
٩٣	.....	١/٧/٣ دوائر اختبار لمبات البيان
٩٥	.....	٢/٧/٣ دوائر الإنذار الصوتى والضوئى

الباب الرابع

أجهزة حماية المولدات التزامنية

١٠٣	مقدمة	١ / ٤
١٠٥	قواطع الدائرة المصغرة	٢ / ٤
١٠٨	١ / ٢ / ٤ خواص قواطع الدائرة المصغرة	
١١١	قواطع الجهد المنخفض	٣ / ٤
١١٣	١ / ٣ / ٤ خواص قواطع الدائرة المقولبة	
١١٥	٢ / ٣ / ٤ وحدات الفصل الالكترونية	
١١٧	٤ / ٤ قواطع التسرب الأرضي	
١١٩	٥ / ٤ ريلاي زيادة التيار	
١٢٠	٦ / ٤ ريلاي زيادة الجهد أو انخفاضه	
١٢٤	٧ / ٤ ريلاي التردد	
١٢٦	٨ / ٤ ريلاي انعكاس القدرة	
١٢٨	٩ / ٤ ريلاي انعكاس تتبع الأوجه أو فقدان أحد الأوجه	
١٢٩	١٠ / ٤ ريلاي اتزان الأوجه	
١٣٠	١١ / ٤ ريلاي ارتفاع درجة الحرارة	
١٣٠	٤ / ١١ / ١ ريلاي ارتفاع درجة الحرارة ذو المدخل الواحد	
١٣١	٤ / ١١ / ٢ ريلاي ارتفاع درجة الحرارة بستة مداخل	
١٣٢	١٢ / ٤ ريلاي فقدان المجال	
١٣٤	١٣ / ٤ ريلاي دائرة القصر	
١٣٥	١٤ / ٤ ريلاي زيادة التيار	
١٣٦	١٥ / ٤ ريلاي التسرب الأرضي	

الباب الخامس

أجهزة التحكم في

وحدات التوليد العاملة بمحركات дизيل

١٤٣ منظمات الجهد ١ / ٥

١٤٤ منظمات جهد المولدات ذات التغذية الذاتية ١ / ١ / ٥

١٤٧ منظمات الجهد للمولدات ذات التغذية المنفصلة ٢ / ١ / ٥

١٥٢ نقاط المعايرة في منظمات الجهد ٣ / ١ / ٥

١٥٤ منظمات السرعة ٢ / ٥

١٥٤ منظمات السرعة اليدوية ١ / ٢ / ٥

١٥٦ منظمات السرعة الالكترونية ٢ / ٢ / ٥

١٦٢ وحدة التحكم في الماكينة ECU ٣ / ٥

١٦٩ مفتاح الانتقال الآوتوماتيكي ATS ٤ / ٥

الباب السادس

تشغيل المولدات على التوازي

١٧٧ مقدمة ١ / ٦

١٧٧ التزامن اليدوى ٢ / ٦

١٨٠ ريلاى اختبار التزامن ١ / ٢ / ٦

١٨٣ التزامن الآوتوماتيكي ٣ / ٦

١٨٣ جهاز التزامن الآوتوماتيكي ١ / ٣ / ٦

٤ / ٦ تقسيم القدرة غير الفعالة بين المولدات الموصلة على التوازي

١٨٥ التوازي

٥/٦

تقسيم الأحمال بين المولدات التي تعمل على التوازي

١٩٠ ١/٥/٦ تقسيم الأحمال يدوياً على المولدات التي تعمل على التوازي

١٩٣ ٢/٥/٦ جهاز تقسيم الأحمال

٢٠١ ٣/٥/٦ ريلاي التيار المزدوج

الباب السابع

ماكينات дизيل

٢٠٧ ١/٧ أنواع ماكينات дизيل

٢٠٧ ١/١/٧ ماكينات дизيل رباعية الأشواط

٢٠٩ ٢/١/٧ ماكينات дизيل ثنائية الأشواط

٢١٤ ٢/٧ أجزاء ماكينة дизيل

٢١٥ ١/٢/٧ كتلة المحرك

٢٢٠ ٢/٢/٧ دورة التبريد

٢٢٢ ٣/٢/٧ دورة التزويت

٢٢٤ ٤/٢/٧ دورة حقن الوقود

٢٢٧ ٣/٧ خزان الوقود اليومي والرئيسي

٢٢٩ ١/٣/٧ دائرة التحكم الخاصة بملء الخزان اليومي

٢٣٣ ٤/٧ الأجهزة الكهربائية المرفقة مع ماكينة дизيل

٢٣٣ ١/٤/٧ البطاريات الحمضية

٢٣٥ ٢/٤/٧ مولدات شحن البطاريات

٢٤٠ ٣/٤/٧ محركات بدء الحركة

٢٤٣

الباب الثامن

المخططات الكهربية لوحدات التوليد

٢٤٩	المخططات الكهربية لوحدة توليد سعتها 250KVA	١ / ٨
٢٦١	المخططات الكهربية لوحدتين يعملان على التوازي	٢ / ٨

الباب التاسع

التشغيل والصيانة والإصلاح

٢٧٩	تشغيل وحدة التوليد لأول مرة	١ / ٩
٢٨١	الصيانة الوقائية للمولدات	٢ / ٩
٢٨١	١ / ٢ / ٩ التنظيف والفحص	
٢٨٢	٢ / ٢ / ٩ التشحيم	
٢٨٣	٣ / ٢ / ٩ تجفيف العزل الكهربى	
٢٨٤	اكتشاف وإصلاح أعطال المولدات ومنظمهات الجهد	٣ / ٩
	القياسات اللازمة عند اكتشاف أعطال المولدات ومنظمهات	
٢٨٨	الجهد	
٢٨٨	١ / ٤ / ٩ قياسات الجهد والتيار	
٢٩٠	٢ / ٤ / ٩ الفحوصات التي تحتاج لقياس المقاومات	
٢٩٣	٣ / ٤ / ٩ قياسات العزل	
٢٩٦	اكتشاف أعطال حاكمات السرعة وإصلاحها	٥ / ٩
٢٩٨	اكتشاف وإصلاح أعطال جهاز التزامن الآوتوماتيكي	٦ / ٩
٣٠٠	اكتشاف وإصلاح أعطال مقسمات الأحمال	٧ / ٩
٣٠١	الصيانة الوقائية لماكينات дизل	٨ / ٩

أعطال ماكينات дизل الرباعية الأشواط وأسبابها وطرق

٣٠٣

إصلاحها

٣٠٤

١/٩/٩ استنزاف الهواء الموجود في دورة الوقود

الباب العاشر

الحسابات اللازمة لاختيار المولد

٣٠٩

١/١٠ مقدمة

٣١٠

٢/١٠ العوامل المؤثرة على مقنن المولد

٣١١

٣/١٠ اختيار مقنن المولد تبعاً للأحمال

٣١١

٤/١٠/٣ الأحمال المستقرة

٣١٢

٤/١٠/٢ الأحمال التي لها خواص عابرة

٣١٦

٤/١٠ الأحمال الكهربية

٣١٨

٥/١٠ تطبيق على اختيار المولد تبعاً للأحمال

٣٢٣

٦/١٠ تحسين معامل القدرة

٣٢٩

٦ ملحق ١ أبعاد غرف وحدات التوليد العاملة بالديزل

الموسوعة العملية في التركيبات الكهربائية (٤)

المولدات العاملة بماكينات الديزل

إعداد

المهندس / أحمد عبد المتعال

الباب الأول

المولدات التزامنية

بسم الله الرحمن الرحيم

«رب أوزعني أنأشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأنأعمل صالحاً ترضاه
وأصلح لي في ذريتي إني تُبِّعُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ (١٥)» [الأحقاف: ١٥]

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر للشركة السعودية لمولدات дизيل على التعاون الصادق معنا، وأخص بالذكر مهندسى مكتب التصميم م. رفيق عبد القادر، م. سالم عبد الله بادحدح، م. محمد سالم الزاملى.

كماأتقدم بالشكر للمهندس محمد حسن عبده رئيس أقسام الكهرباء بشركة النصر للمسابوكات، وأيضاً أتقدم بخالص الشكر للمهندس محمد السيد عبد القدوس مدرس ماكينات дизيل بالكلية التقنية بالدمام وذلك لتعاونها الصادق معنا في إعداد هذا الكتاب. كما لا يفوتنى أن أتقدم بخالص الشكر للدكتور إمام سداوى أستاذ التحكم في أنظمة القوى الكهربائية بجامعة حلوان، على ما قدمه من تعاون صادق بناء.

وأخيراً أتقدم بخالص الشكر لكل من قدم لنا يد المعاونة في إعداد هذا الكتاب وجزاهم الله خير الجزاء.

المؤلف

المولدات التزامنية

١ / ١ - مقدمة

يعتبر المولد التزامني Synchronous generator هو العنصر الأساسي في وحدات التوليد العاملة بمحركات дизيل Diesel generator sets والتي تستخدم كمولدات احتياطية في بعض المنشآت مثل: المستشفيات والمصانع والمدارس .. إلخ.

وتشغل موقعاً كمصدر قدرة أساسية وذلك في الأماكن النائية التي يصعب إمدادها بالتيار الكهربائي من الشبكة الموحدة.

- تتكون وحدات التوليد العاملة بمحركات дизيل من مولد تزامني ثلاثي الأوجه يتم إدارته بمحرك ديزل Diesel Engine كالمستخدمة في السيارات الكبيرة.

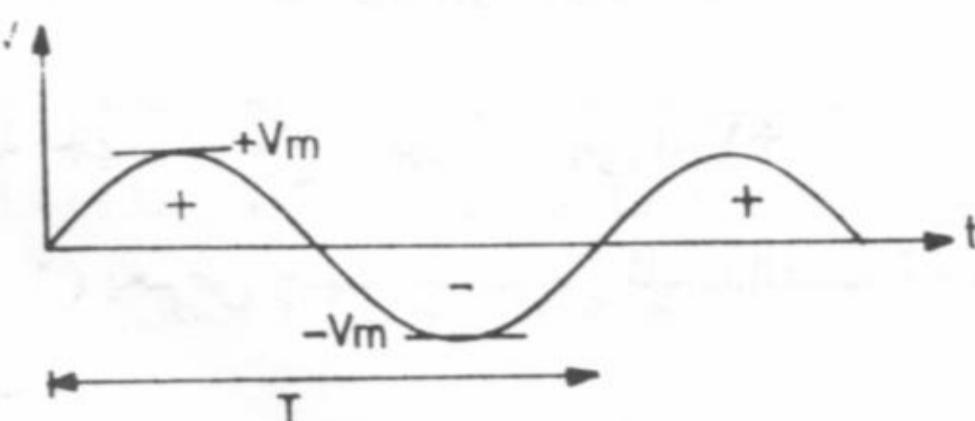
ويتميز المولد التزامني بخصائص الكهرباء المتداولة، وباستقراره تحت ظروف التحميل المختلفة من حيث ثبات الجهد والتردد، بالإضافة إلى ذلك سهولة التحكم في جهد أطرافه وتردداته كما سيتضح فيما بعد.

٢ / ١ - مصطلحات فنية هامة

١ - دوائر التيار المتردد Alternating Current Circuits

وفيها يتغير الجهد والتيار في القيمة والاتجاه بتردد يساوى 50Hz في بعض الدول مثل: مصر، في حين التردد 60Hz في دول أخرى مثل: السعودية.

والشكل (١-١) يعرض موجة جهد متردد.



الشكل (١ - ١)

وت تكون الدورة الكاملة من نصف موجة موجب +، وأخرى سالبة - ، ويكون أقصى قيمة للجهد الموجب V_m ، وأقصى قيمة للجهد السالبة هو $-V_m$ ، و زمن الدورة الكاملة هو T والتردد بالهيرتز F يساوى .

$$F = \frac{1}{T} \quad (\text{HZ}) \rightarrow (1.1)$$

والجدير بالذكر أن الزاوية الكهربية للموجة الكاملة تساوى 360° .

٢ - دوائر التيار المستمر

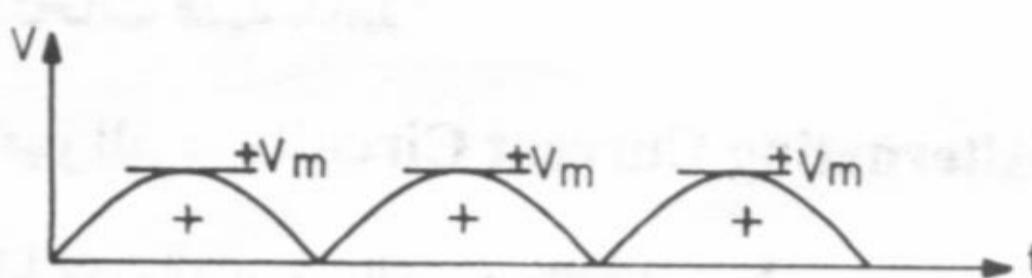
وفيها يكون كلّ من الجهد والتيار ثابت الاتجاه.

وهناك نوعان من الجهد والتيار المستمر وهما:

١ - مستمر ثابت القيمة.

٢ - مستمر متغير القيمة.

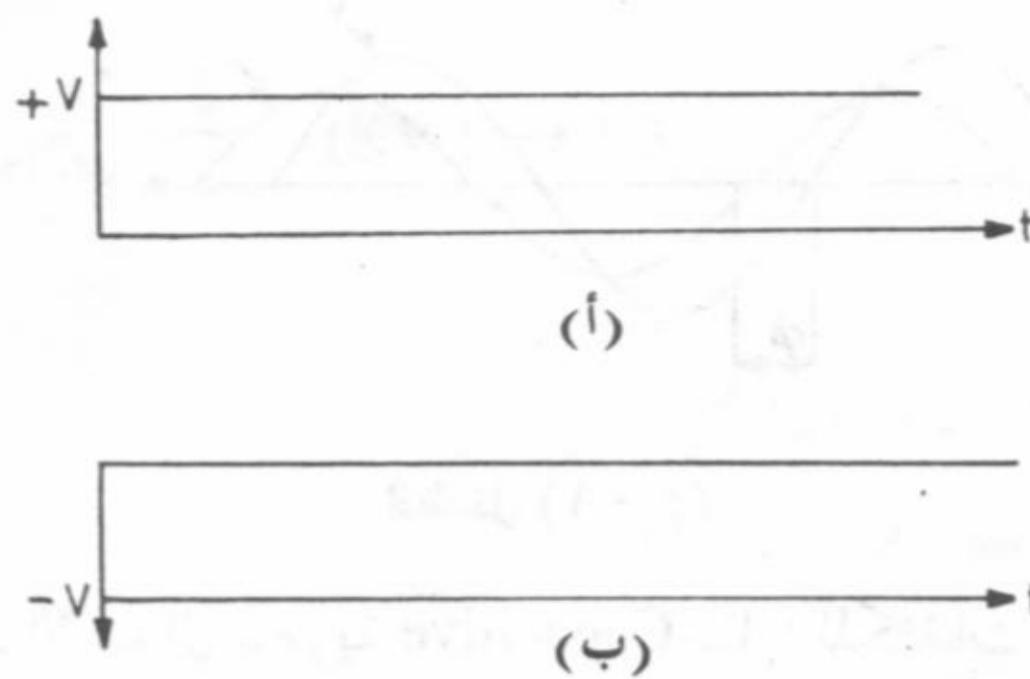
والشكل (١ - ٢) يعرض موجة جهد مستمر متغير القيمة وهذا الجهد موجب وهو ناتج عن تقويم الجهد المتعدد بقنطرة توحيد كما سيتضح فيما بعد .



الشكل (٢ - ١)

ويلاحظ أن قيمة الجهد تتراوح ما بين $0V$ إلى $+V_m$

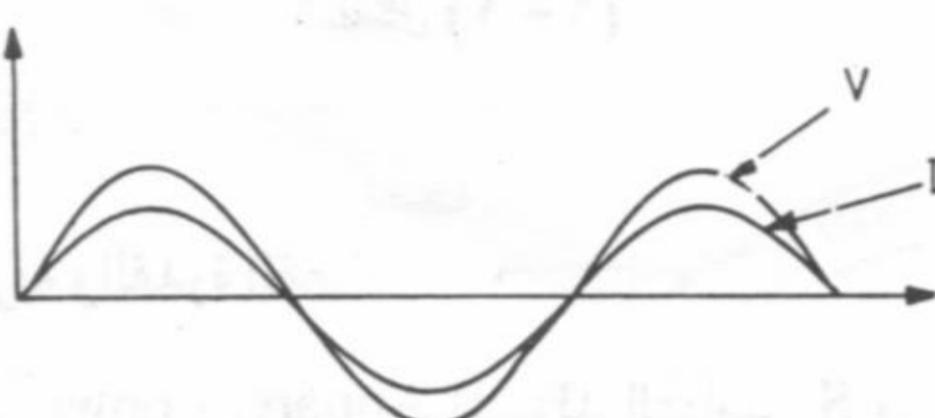
والشكل (١ - ٣) يعرض جهد مستمر ثابت القيمة موجب الشكل (أ)، سالب الشكل (ب).



الشكل (١ - ٣)

٣ - معامل القدرة Power Factor

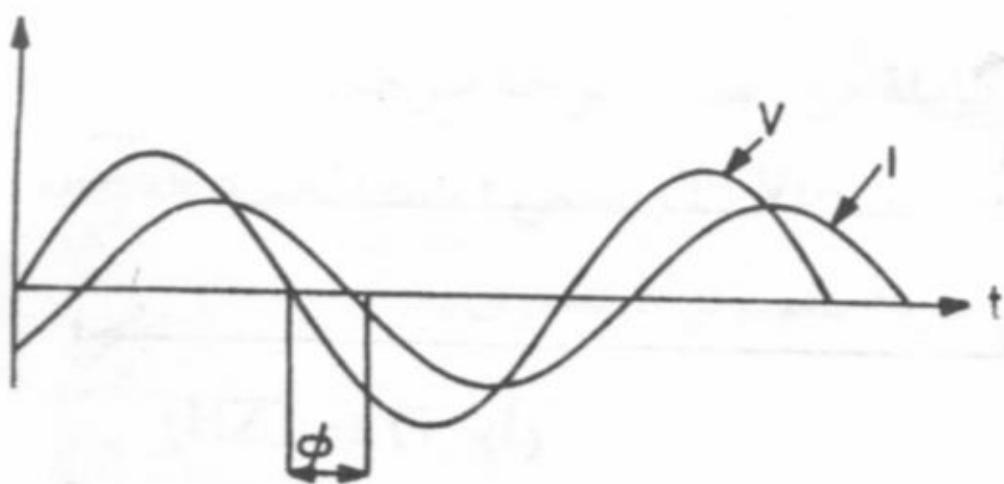
تحكم الأحمال الكهربية في العلاقة بين الجهد والتيار، فإذا كانت الأحمال مادية Resistive مثل: السخانات الكهربية والمصابيح المتوجهة ، فإن الجهد يكون متفقاً في الوجه مع التيار، أي أن الزاوية المخصوصة بين الجهد والتيار ϕ تكون مساوية للصفر، ويكون معامل القدرة $\cos\phi$ مساوياً ١، وهذه الحالة هي أفضل حالات التحميل، حيث يستفاد بكل القدرة المتولدة. والشكل (١ - ٤) يوضح هذه الحالة.



الشكل (١ - ٤)

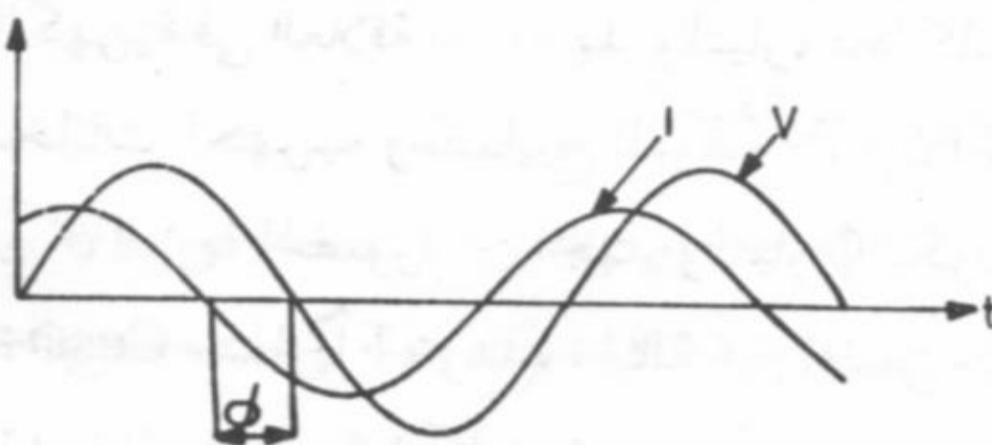
أما عندما تكون الأحمال حثية Inductive مثل: المحركات الكهربية ومصابيح الفلورسنت، فإن التيار يكون متأخراً عن الجهد بزاوية ϕ تكون أقل من 90° وأكبر من 0° ، ويكون معامل القدرة $\cos\phi$ أقل من ١، ويقال في هذه الحالة إن معامل القدرة متأخر Lag ؛ علماً بأن الأحمال الحثية تمثل غالبية الأحمال.

والشكل (١ - ٥) يوضح هذه الحالة.



الشكل (١ - ٥)

وعندما تكون الأحمال سعوية Capacitive مثل: المكثفات الكهربية فإن التيار يكون متقدماً عن الجهد بزاوية ϕ أقل من 90° ، وأكبر من 0° ويكون معامل القدرة أقل من 1 ، ويقال إن معامل القدرة متقدم Lead وهذه الحالة نادرة الحدوث . والشكل (١ - ٦) يوضح هذه الحالة .



الشكل (١ - ٦)

٤ - القدرة الظاهرية والقدرة الفعلية

إن القدرة الظاهرية Apparent power للمولد التزامنی S ووحدتها KVA يمكن أن تحسب من المعادلة 1.2 .

$$S = \frac{\sqrt{3} IV}{1000} \quad (\text{KVA}) \rightarrow 1.2$$

أما القدرة الفعلية Active power والتي تستهلك في الأحمال P ووحدتها KW (كيلو وات) يمكن أن تحسب من المعادلة 1.3

$$P = \frac{\sqrt{3} IV \cos \phi}{1000} \quad (\text{KW}) \rightarrow 1.3$$

حيث إن :

I

تيار الخط بالأمبير (A)

V

جهد الخط بالفولت (V)

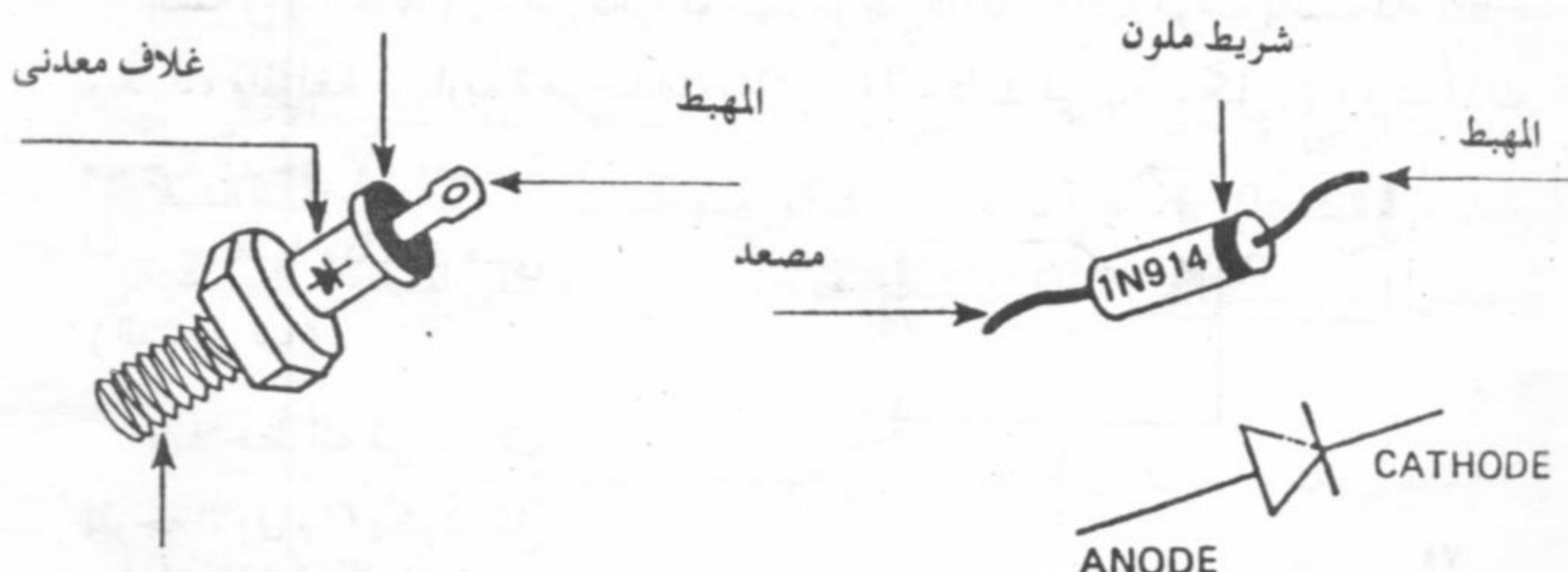
$\cos \phi$

معامل القدرة

٣ / ١ - دوائر التوحيد Rectification Circuits

تعتبر الموحدات Rectifiers هي البنية الأساسية لدوائر التوحيد، ويكون الموحد من وصلة ثنائية P-N مصنوعة من أشباه الموصلات مثل: السليكون والجرمانيوم.

والشكل (١ - ٧) يعرض نموذجاً للموحد صغير طراز 1N914 ودمسه وكذلك صورة لموحد كبير؛ علماً بأنه في حالة الموحدات الصغيرة يوضع شريط ملون جهة قمة زجاجية Cathode . المهبط



الشكل (١ - ٧)

ويعتبر الموحد مفتاحاً مفتوحاً OFF في الحالة الطبيعية، وب مجرد تعریضه لانحصار أمامي أى ارتفاع جهد مصعده A عن جهد مهبطه K بمقدار (0.7V) يصبح كمفتوح مغلق ON ، ويكون اتجاه مرور التيار الكهربائى من المصعد إلى المهبط 1، ويقال إن :

الموحد في حالة وصل ON، أما عند تعيير الموحد لانحياز عكسي (أى تعيير المهبط K لجهد موجب بالنسبة لجهد المصعد A) يمر تيار صغير جداً ويسمى بتيار التسرب Leakage Current . ويقال إن الموحد في حالة قطع OFF.

ويمكن تقسيم دوائر التوحيد التي تقوم بتحويل التيار المتردد لتيار مستمر إلى:

أ - دوائر توحيد نصف موجة.

ب - دوائر توحيد موجة كاملة.

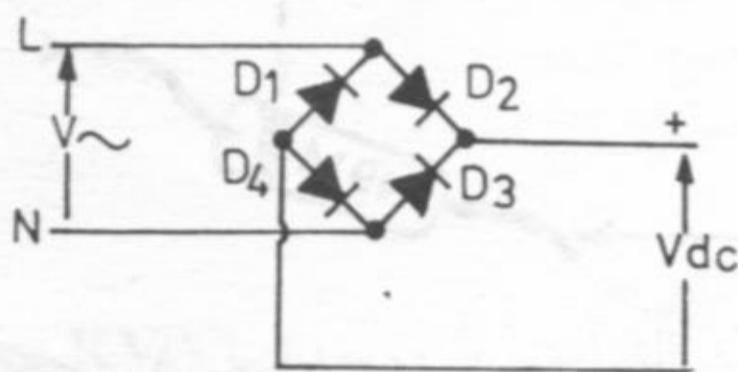
وسوف نكتفى في هذا الكتاب بتناول دوائر توحيد الموجة الكاملة والتي تنقسم بدورها إلى:

أ - دوائر توحيد أحادية الوجه.

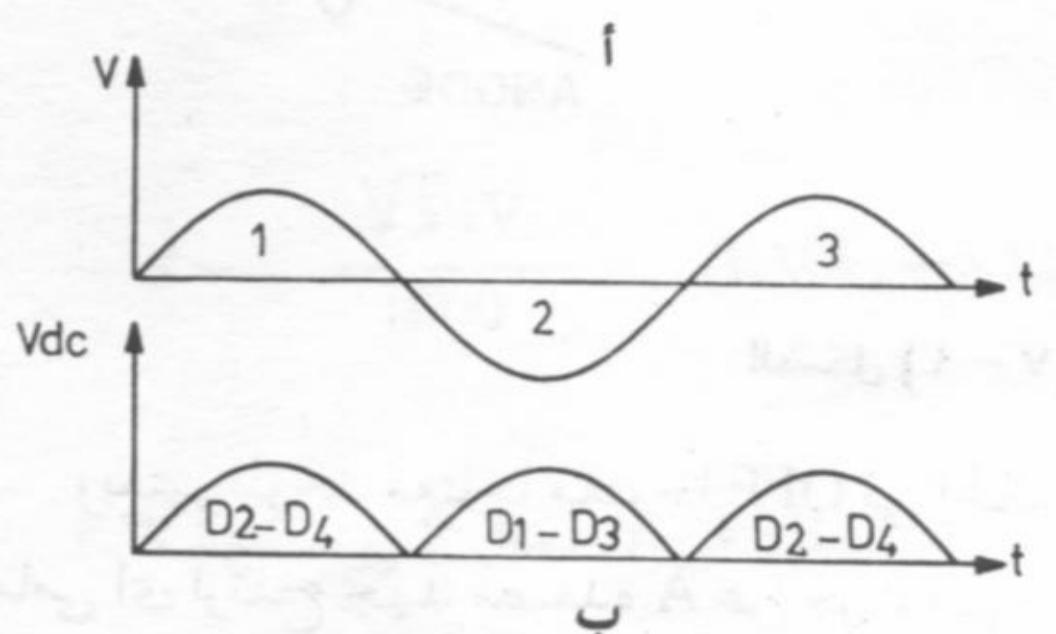
ب - دوائر توحيد ثلاثية الوجه.

١/٣/١ - دوائر التوحيد الأحادية الوجه

الشكل (١ - ٨) يعرض دائرة توحيد موجة كاملة أحادية الوجه باستخدام قنطرة توحيد، والمكونة من أربعة موحدات (D₁ : D₄) وذلك في (الشكل أ)، وكذلك



موجة الدخل V، وموجة الخرج V_{DC} وذلك في (الشكل ب).

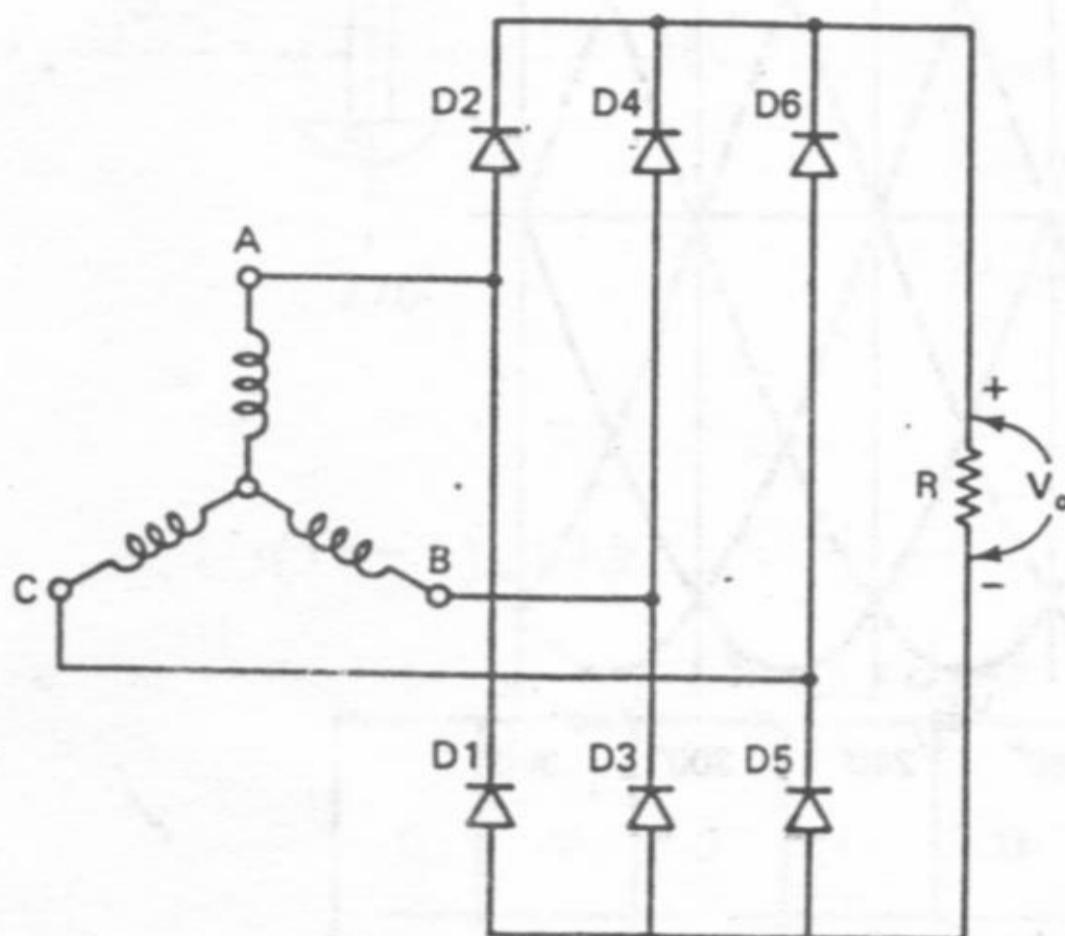


الشكل (١ - ٨)

ويلاحظ أنه في نصف الموجة الأولى (1) يكون كل من D₂, D₄ في حالة وصل، أما في نصف الموجة السالبة يكون D₁, D₃ في حالة وصل وهكذا.

٢/٣ - دوائر التوحيد الثلاثية الوجه

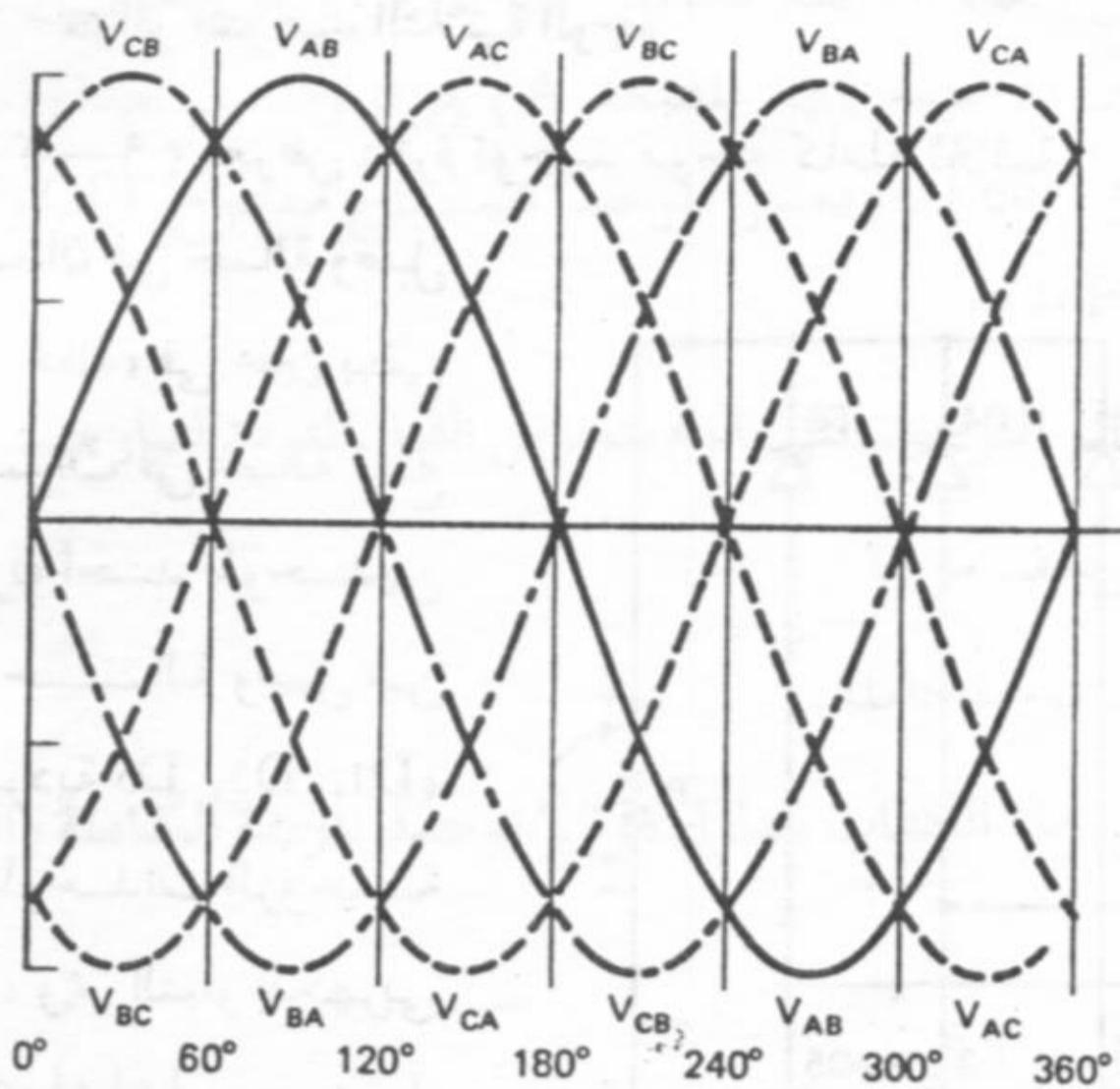
الشكل (١ - ٩) يعرض دائرة توحيد موجة كاملة ثلاثة الأوجه، وعادة يكون هناك موحدان في حالة وصل ON، في أي لحظة، في حين يبقى أربعة موحدات في حالة قطع OFF. ويكون أحد الموحدين اللذين في حالة وصل من الموحدات الفردية D₁, D₃, D₅، والآخر من الموحدات الزوجية D₂, D₄, D₆ من الخط الذي له أعلى جهد موجب في الموحد الزوجي عبر الحمل، ثم عبر الموحد الفردي الذي يؤدي إلى خط المصدر الذي له أعلى جهد سالب. ولذلك يمكن تحديد مسار التيار في أي لحظة بتحديد الطرف الأعلى جهد سالب. والشكل (١ - ١٠) يعرض شكل موجات الجهد للأوجه الثلاثة ومعكوسهم (الشكل أ) وكذلك شكل موجة الخرج V_O على المقاومة R (الشكل ب).



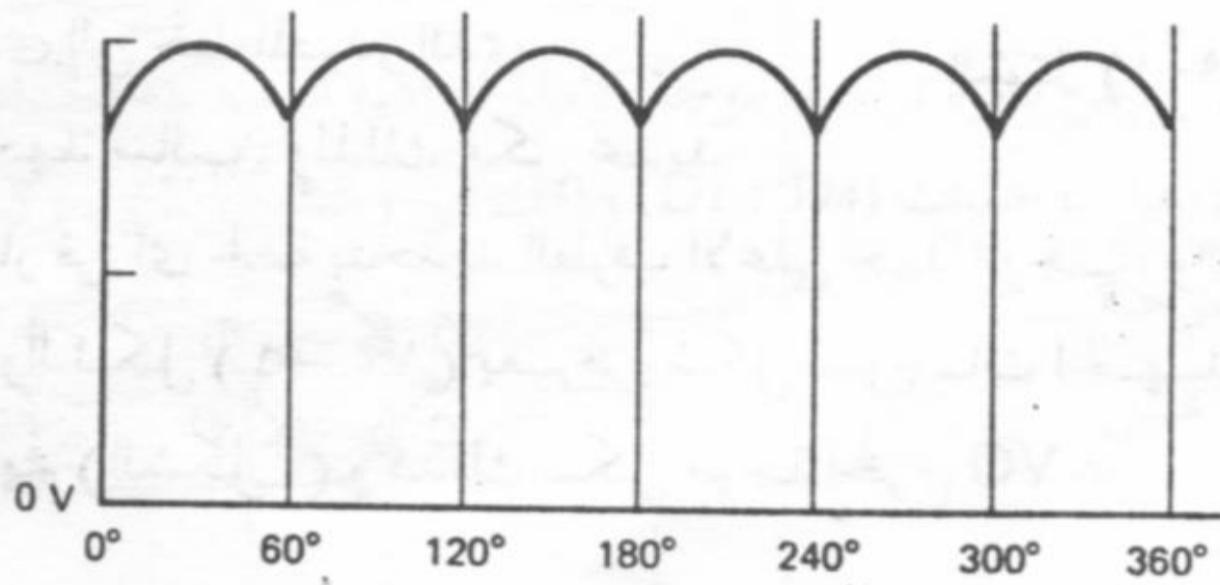
الشكل (٩-١)

والجدير بالذكر أنه لتعيين الوجه الأعلى جهد موجب نتبع الآتي:

في الفترة $0:60^\circ$ يكون V_{BC} هو أعلى فرق جهد سالب، أي أن V_{CB} أعلى فرق جهد موجب، أي أن الوجه C هو أعلى جهد موجب، والوجه B هو أعلى جهد سالب، وبالتالي يكون الموحد الزوجي الذي في حالة وصل هو D₆، والموحد الفردي الذي في حالة وصل هو D₃ وهكذا.



١



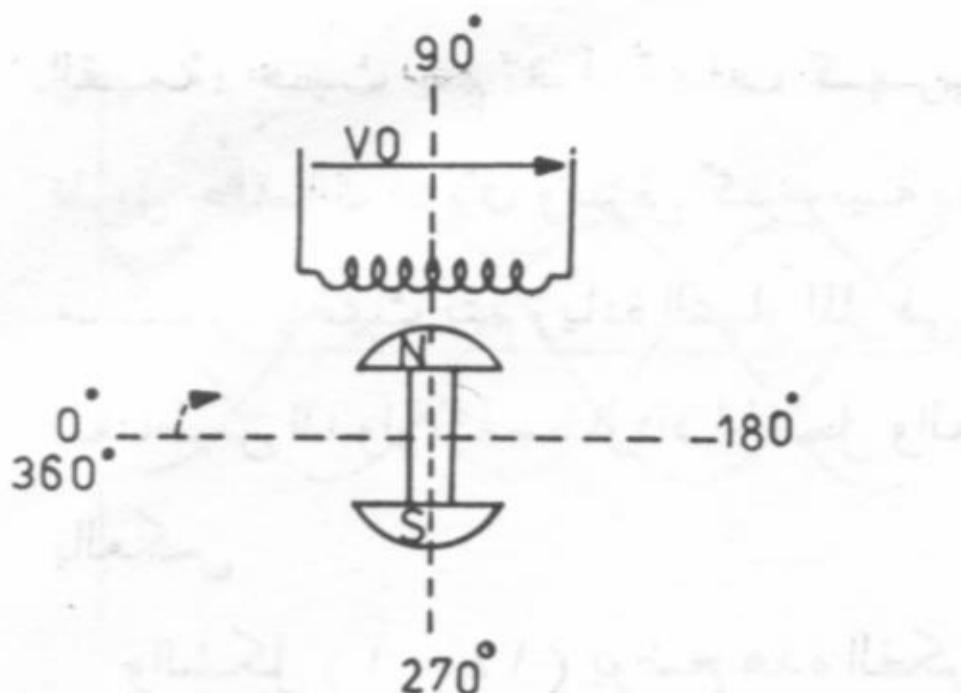
ب

الشكل (١٠ - ١)

٤ / ٤ - المولدات التزامنية

لاستيعاب نظرية عمل المولد التزامني الأحادي الوجه، نفترض أن مغناطيساً دائماً على شكل قضيب له طرف يمثل القطب الشمالي N، والآخر يمثل القطب الجنوبي S يدور بجوار ملف كهربى كما بالشكل (١١ - ١).

وتبعاً لقانون فارادى فإنه عندما يقطع مجال مغناطيسى دوار ملف يتولد تيار



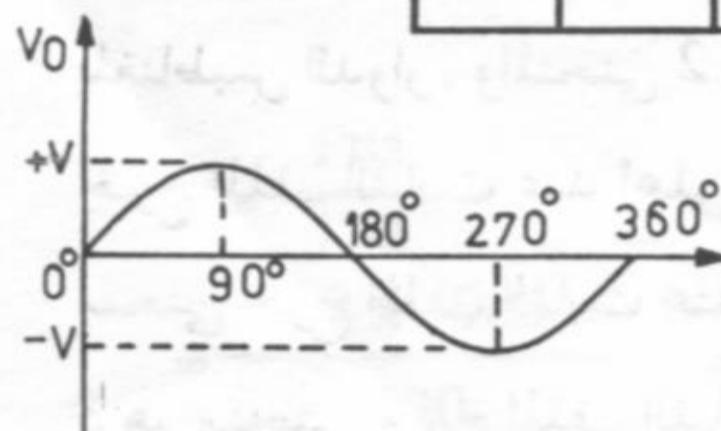
كهربى فى هذا الملف. لذلك تتولد قوة دافعة كهربية فى الملف، يختلف جهده تبعاً لوضع القطب المغناطيسى من الملف الكهربى.

والجدول (١ - ١) يعطى قيمة الجهد عند الأوضاع الخمسة المبينة بالشكل السابق.

الشكل (١١ - ١)

الجدول (١ - ١)

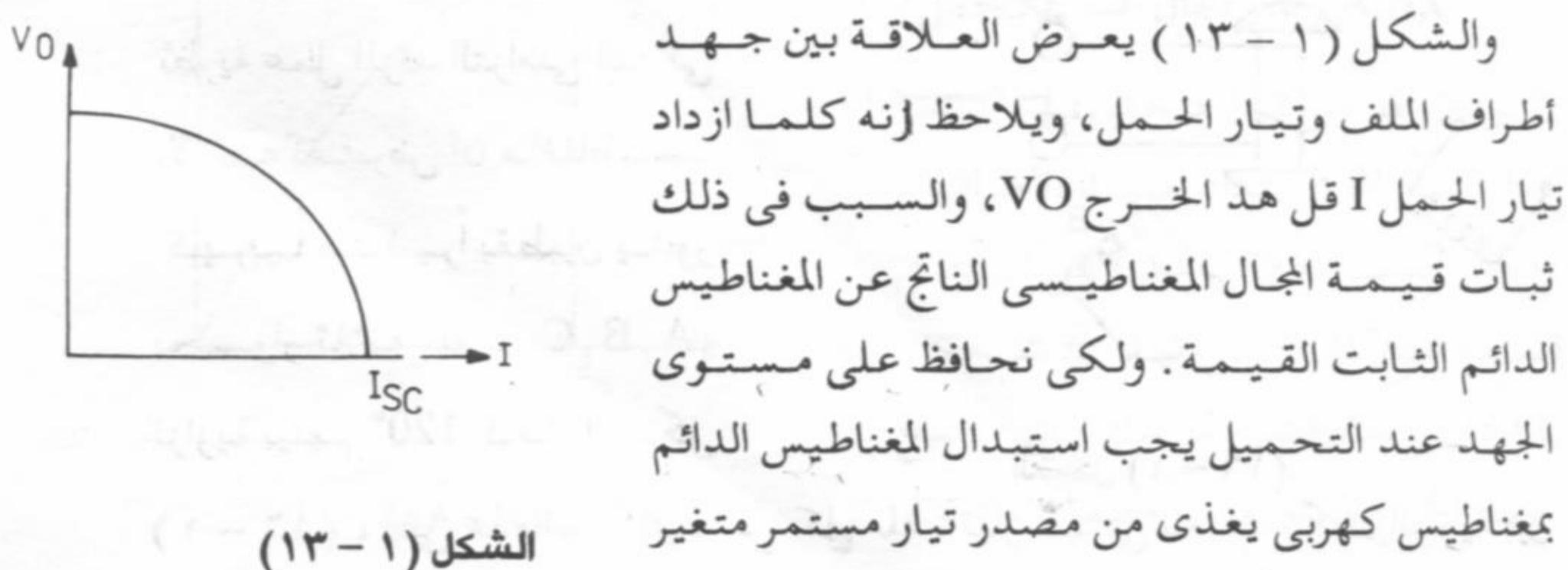
	٠	-V	٠	+V	٠	الجهد
زاوية الدوران	360°	270°	180°	90°	0°	



الشكل (١٢ - ١)

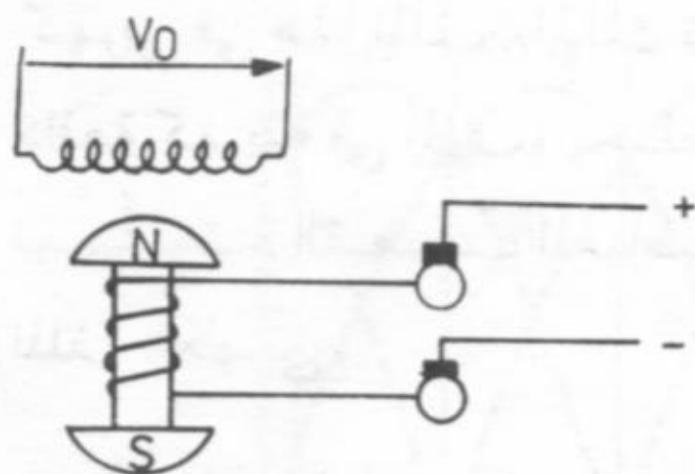
حيث إن :

أقصى قيمة للجهد على أطراف الملف V .
والشكل (١ - ١٢) يعرض موجة كاملة للجهد على أطراف الملف V_0 ، وزاوية دوران المغناطيس الدوار وتسماى هذه الموجة بموجة جيبية . Sine Wave



الشكل (١٣ - ١)

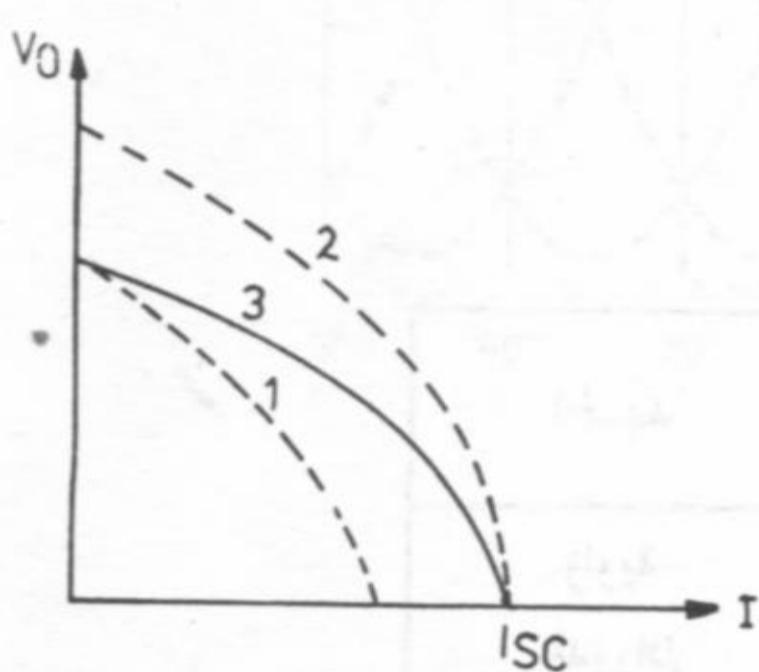
والشكل (١ - ١٣) يعرض العلاقة بين جهد أطراف الملف وتيار الحمل، ويلاحظ إنه كلما ازداد تيار الحمل I قل هد الخرج V_0 ، والسبب فى ذلك ثبات قيمة المجال المغناطيسى الناتج عن المغناطيس الدائم الثابت القيمة. ولکى نحافظ على مستوى الجهد عند التحميل يجب استبدال المغناطيس الدائم بمغناطيس كهربى يغذي من مصدر تيار مستمر متغير



الشكل (١٤ - ١٤)

القيمة، حيث يتم تغذية ملف كهربائي عن طريق حلقات انزلاق وفرش كربونية بتيار مستمر، بحيث يتم زيادة التيار المار في ملف المغناطيس الدوار كلما ازداد الحمل والعكس بالعكس.

والشكل (١٤ - ١٤) يوضح هذه الفكرة.



الشكل (١٥ - ١٥)

خرج الملف الثابت عند أعلى قيمة لتيار الملف المغناطيسي الدوار. والمنحنى هو منحنى خرج الملف الثابت عند أعلى قيمة لتيار الملف المغناطيسي الدوار. والمنحنى

أما الشكل (١٥ - ١٥) فيبين العلاقة بين جهد الخرج على أطراف الملف الثابت V_0 ، وتيار الحمل للملف الثابت I عند ثلاثة قيم لتيار ملف المغناطيسي الدوار I_F . حيث إن المنحنى 1 هو منحنى خرج الملف الثابت عند أقل قيمة لتيار ملف المغناطيس الدوار. والمنحنى 2 هو منحنى

3 هو منحنى خرج الملف الثابت عند قيمة متوسطة لتيار ملف

المغناطيسي الدوار. ولاستيعاب

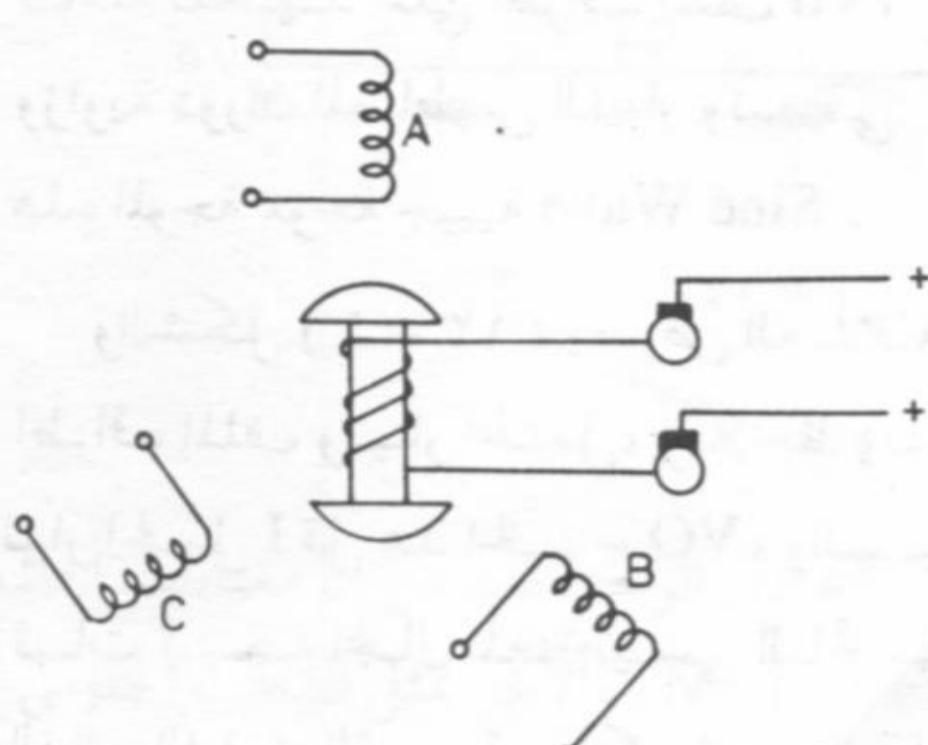
نظيرية عمل المولد التزامنـي الثلاثي

الأوجه نفترض أن مغناطيساً

كهربياً متغيراً بقطبـين يدور

بجوار ثلاثة ملفات A, B, C

الزاوية بينهم 120° كما بالشكل



الشكل (١٦ - ١٦)

(١٦ - ١٦) ، ففي هذه الحالة يتولد في كل ملف تيار كهربـي بحيث تكون الزاوية بين

الجهد المترد في كل ملف
والآخر هي 120° .

الجدير بالذكر أنه في
المولدات التزامنية الثلاثية
الوجه، فإن كل ملف يمثل
وجه من الأوجه.

والشكل (١ - ١٧)

الشكل (١ - ١٧)

يبين العلاقة بين موجات الجهد المترد في الملفات A,B,C والزمن.

وهناك علاقة بين سرعة دوران المولد (n_s) وعدد أقطاب المولد P وتردد التيار المترد

F وهي كما يلى :

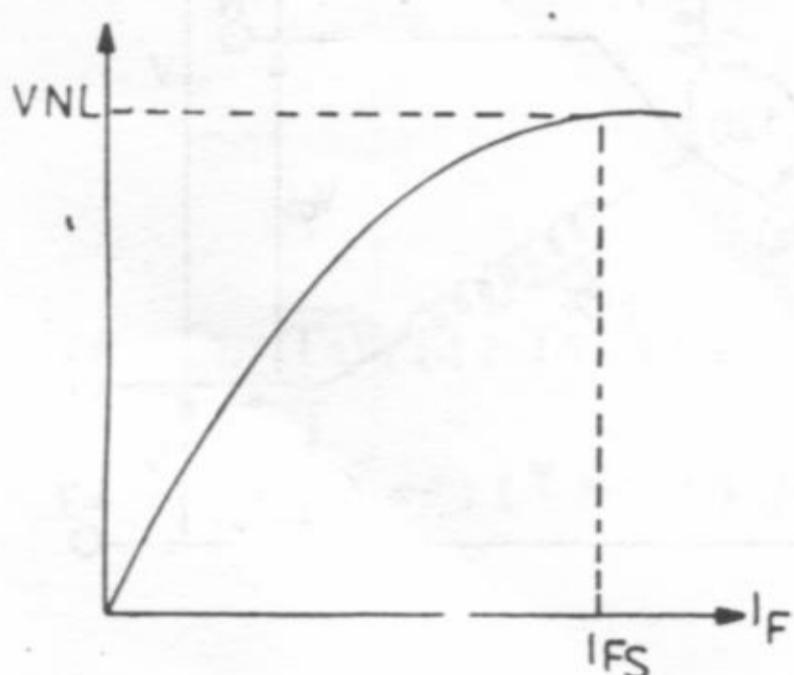
$$F = \frac{Pn_s}{120} \quad (\text{HZ}) \rightarrow 1.4$$

فعندما تكون سرعة المولد 3000 RPM (لفة / دقيقة) وعدد الأقطاب 2 كما
بالشكل (١ - ١٦) فإن التردد يساوى

$$F = \frac{Pn_s}{120} \\ = \frac{2 \times 3000}{120} = 50 \text{ HZ}$$

والشكل (١ - ١٨) يوضح العلاقة
بين جهد أطراف ملفات الأوجه الثلاثة
A,B,C وتيار المجال عند اللاحمel.

ويلاحظ من هذا المنحنى، أنه كلما
ازداد تيار المجال ازداد جهد الأطراف ،
ولكن ليست العلاقة خطية إلى أن يصل
قيمة تيار المجال إلى تيار التشبع I_{FS}
بعدها يحدث تشبع للمولد، أي يصبح
جهد الخرج ثابتاً تقريباً مهماً ازداد تيار



الشكل (١ - ١٨)

المجال، علماً بأن جهد أطراف المولد يعتمد على ثلاثة عوامل وهم:

١ - سرعة دوران المولد والتي تكون ثابتة للحفاظ على ثبات التردد.

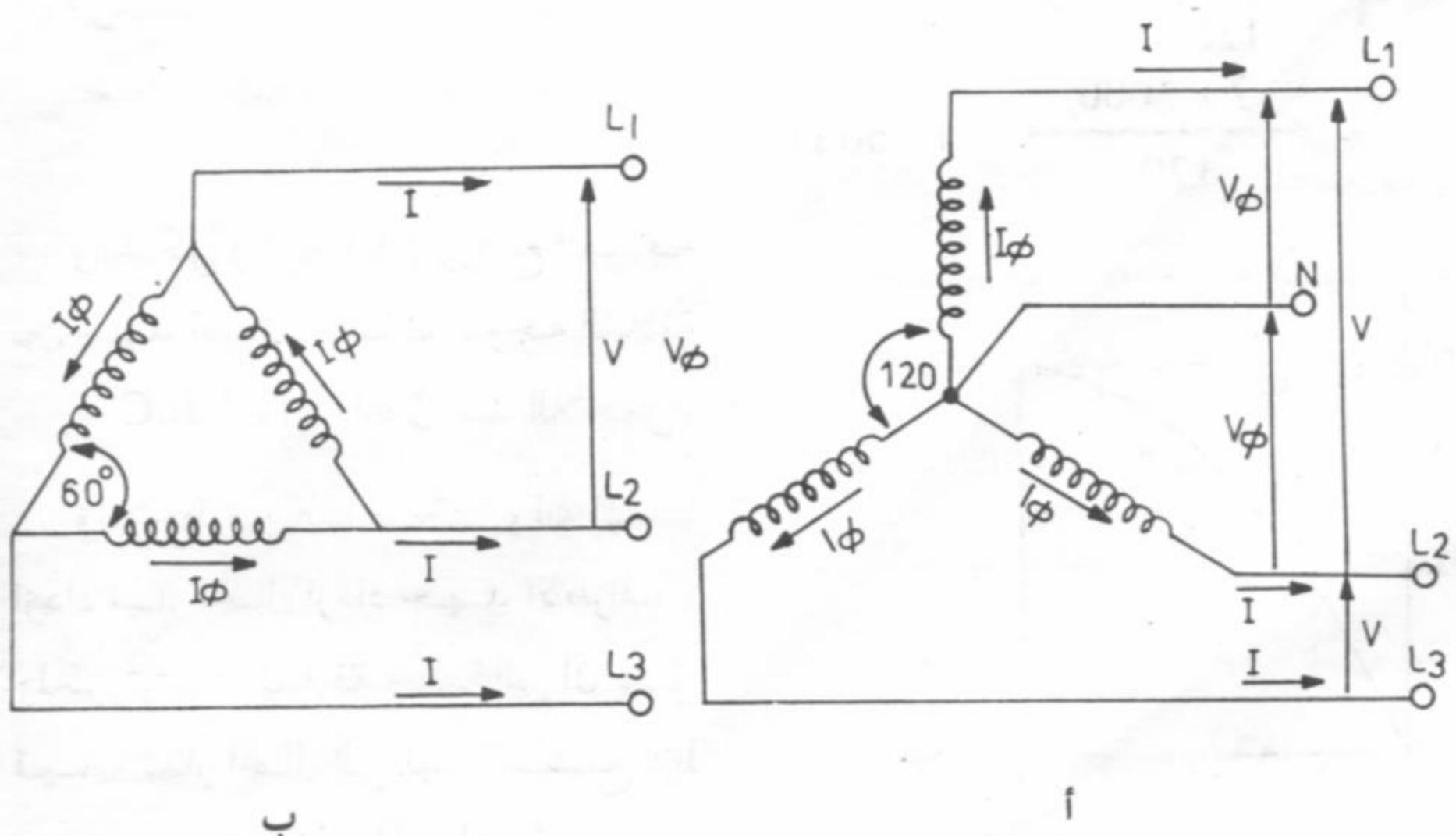
٢ - تيار المجال المغناطيسي I_F .

٣ - عدد لفات ملف المجال المغناطيسي الدوار والتي تكون ثابتة، وحيث إن كلا من سرعة دوران المولد ثابتة وعدد لفات ملف المجال ثابتة؛ لذلك فإنه يمكن التحكم في خرج المولد بالتحكم في تيار المجال، وذلك باستخدام منظم إلكتروني يعرف بمنظم الجهد للمولد AVR، ويعمل على زيادة أو تقليل تيار المجال حسب متطلبات الحمل للمحافظة على ثبات جهد الخرج.

١ / ٥ - التوصيات المختلفة للفلات المولدات التزامنية

عادة يتم توصيل ملفات الأوجه الثلاثة للمولدات التزامنية، إما دلتا أو نجما.

والشكل (١ - ١٩) يبين طريقة توصيل ملفات المولد نجما (الشكل أ)، وطريقة توصيل ملفات المولد دلتا (الشكل ب).



الشكل (١ - ١٩)

حيث إن :

L_1, L_2, L_3

الأوجه الثلاثة للمولد

V

جهد الخط

V_Φ

جهد الوجه (فرق الجهد بين الخط والتعادل)

I

تيار الخط

I_Φ

تيار الوجه

وفيما يلى خصائص توصيلة النجما :

$$V = \sqrt{3} V_\Phi \rightarrow 1.5$$

$$I_\Phi = I \rightarrow 1.6$$

وفيما يلى خصائص توصيلة الدلتا

$$I = \sqrt{3} I_\Phi \rightarrow 1.7$$

$$V = V_\Phi \rightarrow 1.8$$

والجدير بالذكر أن القدرة الفعالة للمولد التزامنی يمكن تعبيينها من العلاقة ١.٣ ويختلف عدد أطراف ملفات المولدات التزامنیة الموجودة في الأسواق على سبيل المثال يمكن أن تكون عدد أطراها اثنى عشر طرفاً، أو عشرة أطراً أو ستة أطراً، أو أربعة أطراً (توصيلة النجما) أو ثلاثة أطراً (توصيلة الدلتا).

أولاً: المولدات التزامنیة ذات الاثنى عشر طرفاً.

وتحتوى على ستة ملفات منفصلة أطراها كما يلى:

$(T_1 - T_4), (T_2 - T_5), (T_3 - T_6), (T_7 - T_{10}), (T_8 - T_{11}), (T_9 - T_{12})$

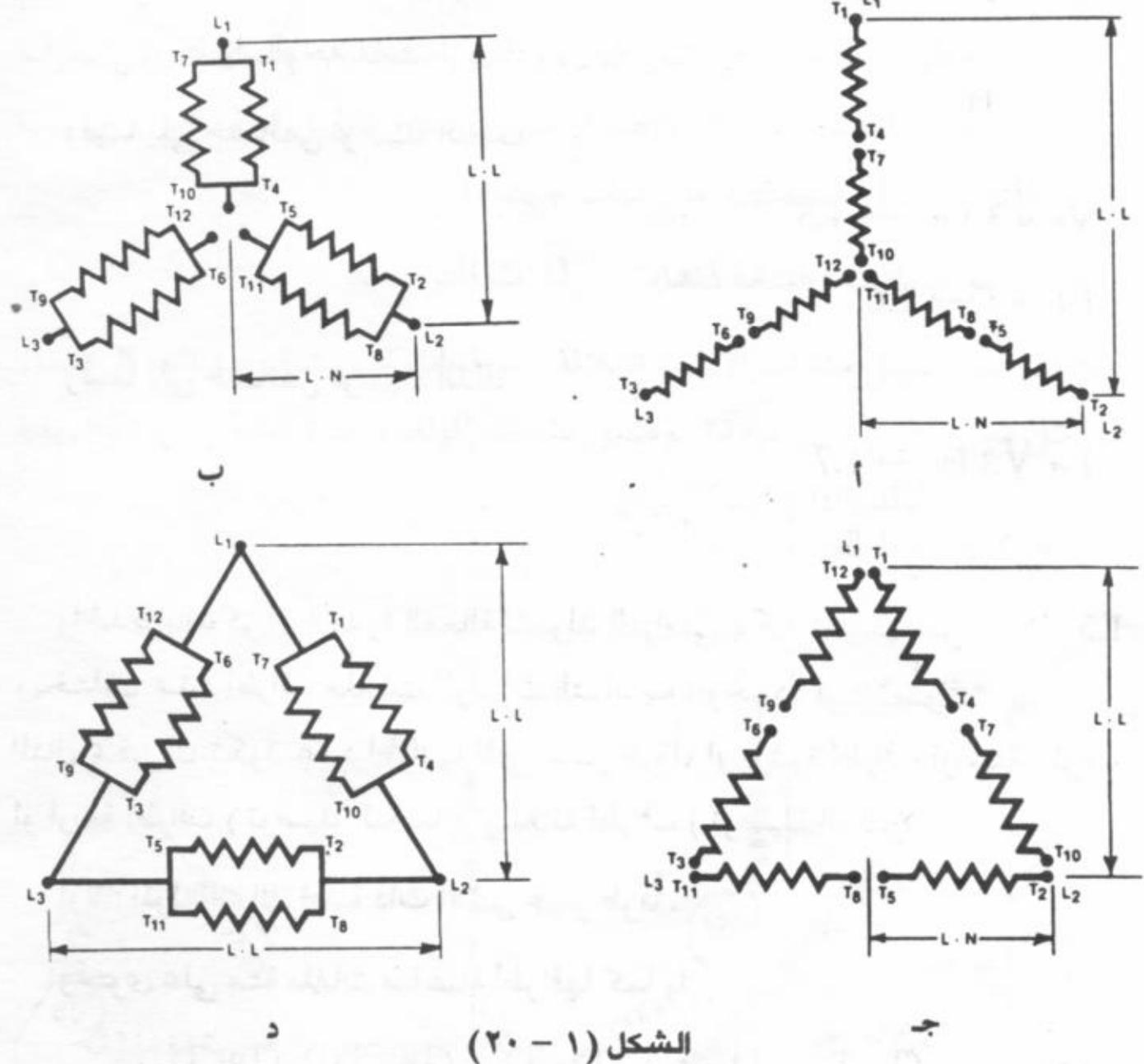
وتوصل هذه الملفات بإحدى الطرق المبينة بالشكل (١ - ٢٠) وهم كما يلى:

١ - نجما طويلا HI WYE (الشكل أ)

٢ - نجما قصيرة LOW WYE (الشكل ب).

٣ - دلتا طويلة HI DELTA (الشكل ج) .

٤ - دلتا قصيرة LOW DELTA (الشكل د) .



الشكل (١ - ٢٠)

والجدول (١ - ٢) يبين العلاقة بين الجهد والتيار للتوصيلات المختلفة للمولد ذات الاثنى عشر طرفاً باعتبار أن القدرة الظاهرية للمولد تساوى $\sqrt{3} VI$

الجدول (١ - ٢)

جهد الخط	تيار الخط	نوع التوصيل
V	I	نجما طويلة
$\frac{V}{2}$	$2I$	نجما قصيرة
$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\sqrt{3} I$	دلتا طويلة
$\frac{V}{2\sqrt{3}}$	$2\sqrt{3} I$	دلتا قصيرة

ويلاحظ أن أقصى جهد نحصل عليه في حالة النجما الطويلة يساوى V ، وأقل جهد نحصل عليه في حالة الدلتا القصيرة ويساوي $\frac{V}{2\sqrt{3}}$. أما أقصى تيار فنحصل عليه في حالة الدلتا القصيرة ويساوي $2\sqrt{3} I$ ؛ وأقل تيار نحصل عليه في حالة النجما الطويلة ويساوي I .

ثانياً : المولدات التزامنية ذات العشرة أطراف.

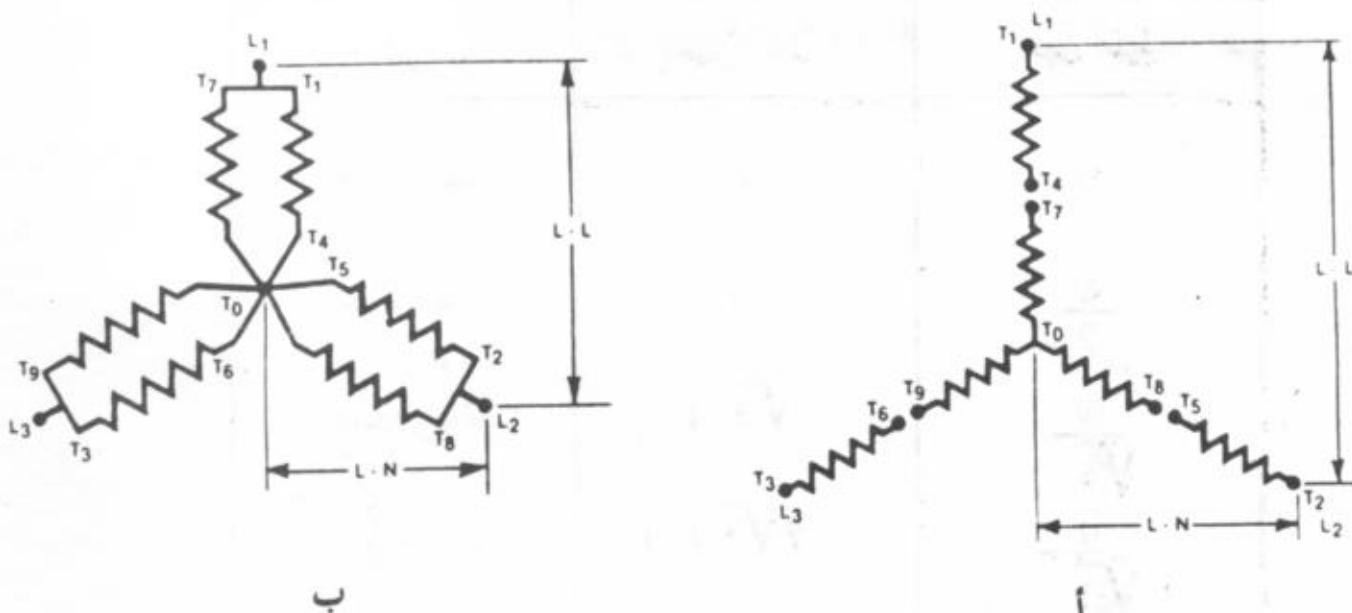
وتحتوي على ستة ملفات، ثلاثة منهم موصولة بجهاز، وأطرافهم T_7, T_8, T_9 ونقطة التعادل T_0 ، وثلاث ملفات منفصلة لأطرافها هي :

$(T_1 - T_4), (T_2 - T_5), (T_3 - T_6)$

وتوصل هذه الملفات بإحدى الطرق المبينة بالشكل (١ - ٢١) ، وهم كما يلى:

١ - نجما طويلة HI WYE (الشكل أ)

٢ - نجما قصيرة LOW WYE (الشكل ب).



الشكل (٢١ - ١)

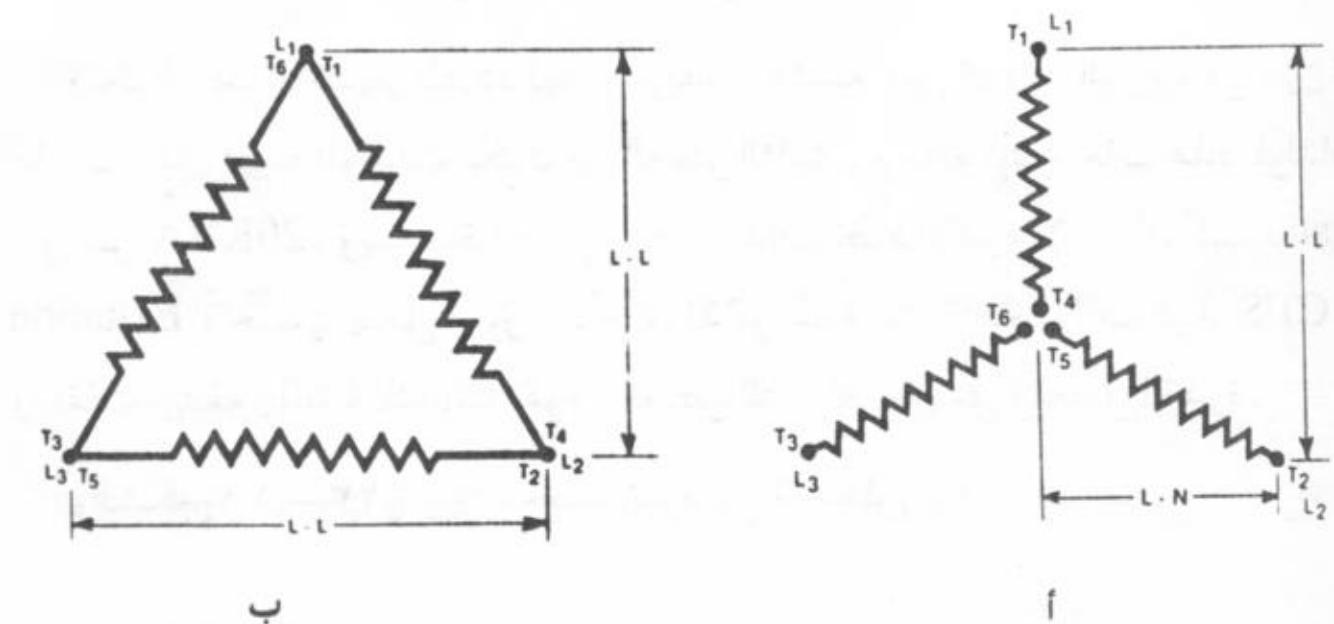
والجدول (١ - ٣) يعطى قيمة جهد الخط وتيار الخط في التوصيلات المختلفة للمولد ذات العشرة أطراف باعتبار أن القدرة الظاهرية للمولد $\sqrt{3} VI$.

المدول (٣-١)

جهد الخط	تيار الخط	نوع التوصيلة
V	I	نجما طويلة
$V/2$	$2I$	نجما قصيرة

ثالثاً : المولدات ذات الستة أطراف وتكون مزودة بثلاثة ملفات وهم : $(T_1 - T_4), (T_2 - T_5), (T_3 - T_6)$ وأهم طرق توصيل المولدات ذات الستة أطراف مبينة بالشكل (١ - ٢٢) وهم كما يلى :

- ١ - نجما WYE (الشكل أ).
- ٢ - دلتا DELTA (الشكل ب).



الشكل (١ - ٢٢)

والجدول (١ - ٤) يعطي قيمة جهد الخط وتيار الخط في التوصيلات المختلفة إذا كانت القدرة الظاهرية للمولد $\sqrt{3}$ IV.

الجدول (١ - ٤)

جهد الخط	تيار الخط	نوع التوصيلة
V	I	نجما
$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\sqrt{3} I$	دلتا

٦/١ - أنواع المولدات التزامنية

يمكن تقسيم المولدات التزامنية إلى:

١ - مولدات تزامنية بفرش كربونية.

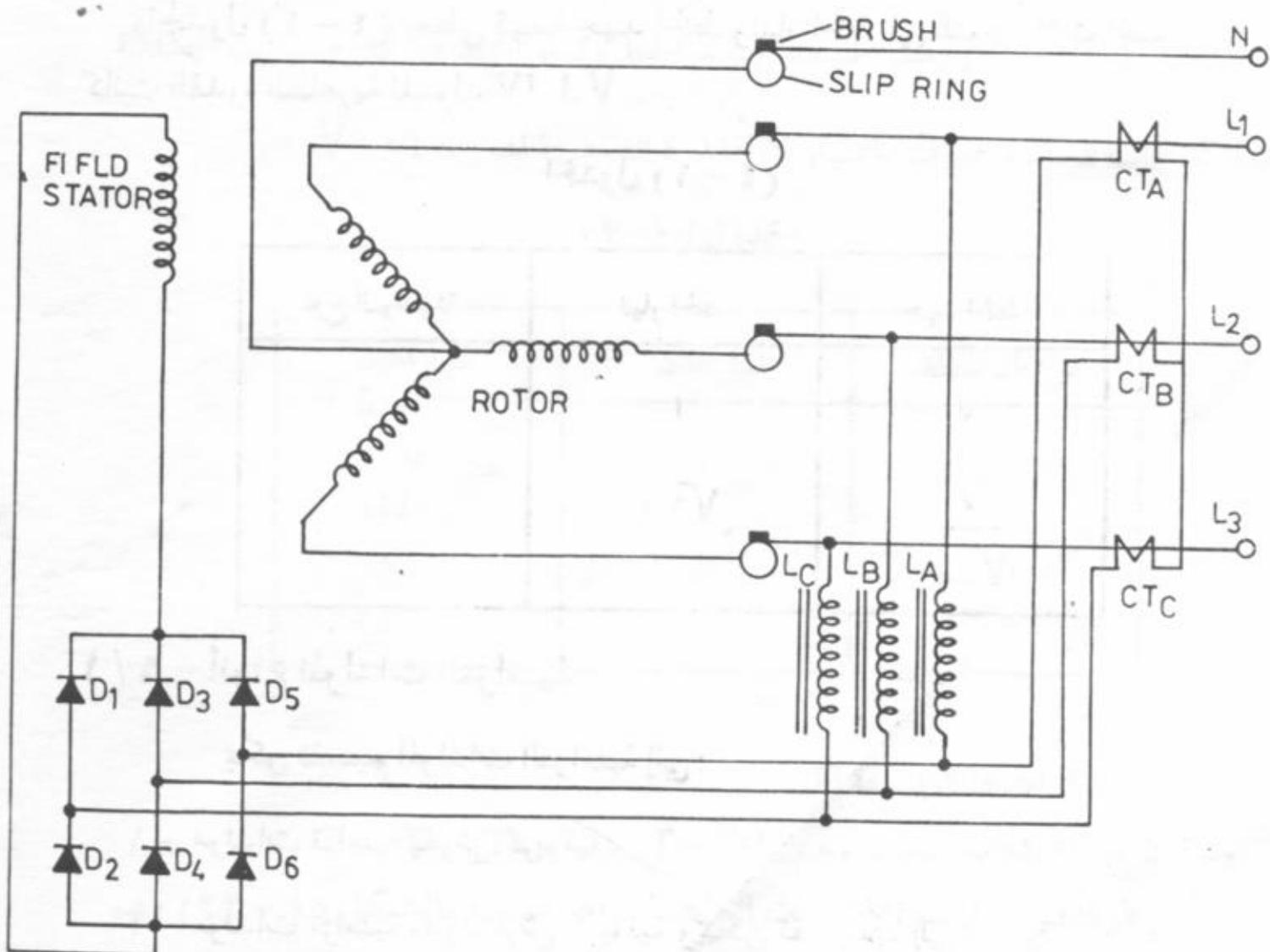
٢ - مولدات تزامنية بدون فرش كربونية ويمكن تقسيمها إلى:

أ - مولدات تزامنية بتغذية ذاتية مزودة بمنظم جهد AVR.

ب - مولدات تزامنية بتغذية منفصلة مزودة بمنظم جهد AVR.

١ / ٦ / ١ - المولدات التزامنية ذات الفرش الكربونية

وتكون ملفات التيار المتردد لهذه المولدات مثبتة على العضو الدوار، في حين أن ملفات المجال لهذه المولدات تكون في العضو الثابت، وعادة فإن ساعات هذه المولدات أقل من 20KVA. ويستخدم مع هذه المولدات نظام الإثارة الإستاتيكية Static Excitation ، حيث ينقل تيار خرج المولد بواسطة ثلاثة محولات تيار CT'S ، وملفات خانقة Chock Coils تقوم بتعويض التغير في الحمل ومعامل القدرة. والشكل (١ - ٢٣) يبين مخطط التوصيل الداخلي لهذه المولدات.



الشكل (١ - ٢٣)

حيث إن :

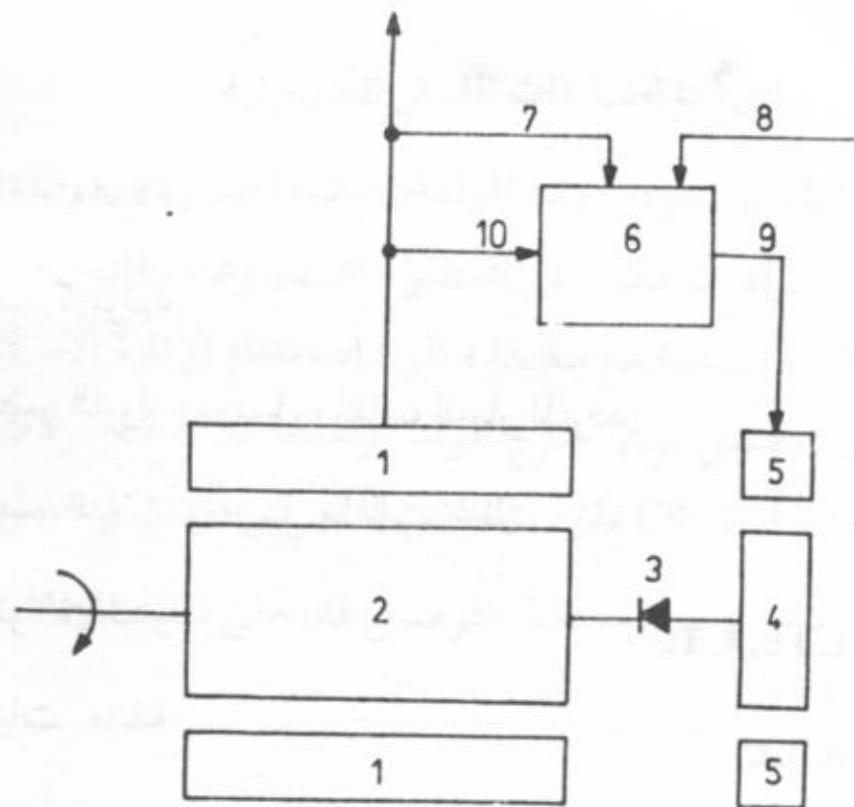
Slip ring	حلقات انزلاق
Brush	فرشة كربونية
Rotor	العضو الدوار ويحمل ملفات التيار المتردد
Stator	العضو الثابت ويحمل ملفات المجال
CTA, CTB, CTC	محولات تيار
LA, LB, LC	ملفات خانقة
D1 - D6	موحدات

٢ / ٦ - المولدات التزامنية ذات التغذية الذاتية والمزودة بمنظم جهد

الشكل (١ - ٢٤) يبين المخطط الصنديوقي لهذه المولدات .

حيث إن :

- 1 العضو الثابت للمولد التزامني الرئيسي
- 2 العضو الدوار للمولد الرئيسي وبه ملفات المجال
- 3 موحدات دوارة
- 4 العضو الدوار لمولد الإثارة وبه ملفات المجال
- 5 العضو الثابت لمولد الإثارة وبه ملفات التيار المتردد
- 6 الدائرة الإلكترونية لمنظم الجهد AVR
- 7 تغذية القدرة الكهربائية
- 8 جهد المرجع
- 9 خرج منظم الجهد AVR
- 10 التغذية المرتدة



الشكل (١ - ٢٤)

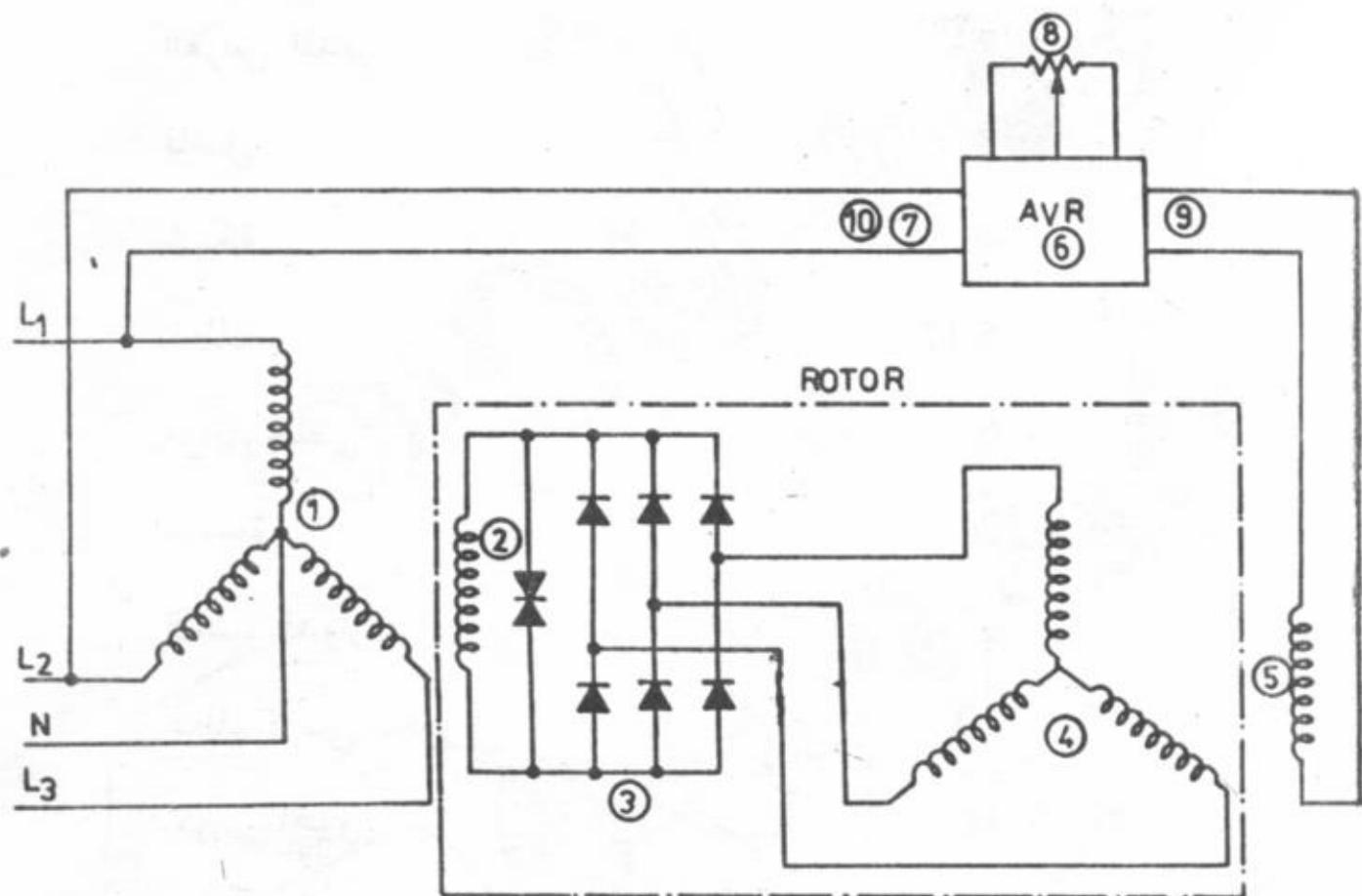
والشكل (١ - ٢٥) يبين دائرة المولدات التزامنية ذات التغذية الذاتية والمزودة بنظام جهد AVR. ويكون هذا النوع من المولدات من مولد تزامني رئيسي Main Generator ، عضوه الدوار يحمل ملفات المجال الرئيسي (2)، والعضو الثابت يحمل ملفات التيار المتردد الثلاثية الأوجه (1)، ويثبتت على نفس عمود الدوران مولد الإثارة وهو مولد تزامني صغير، وظيفته تغذية ملفات المجال الرئيسي للمولد الرئيسي، ويكون مولد الإثارة من عضو دوار يحمل ملفات التيار المتردد الثلاثية الأوجه (4)، وعضو ثابت يحمل ملفات مجال مولد الإثارة ٥، ويتم توحيد خرج مولد الإثارة الثلاثي الأوجه بواسطة ستة موحدات دوارة (أى مثبتة على عمود الإدارة (3).

وعادة يتم التحكم في جهد مجال مولد الإثارة بواسطة منظم الجهد (6) الذى يتم ضبطه على جهد المرجع المطلوب بواسطة مقاومة متغيرة (8).

نظريّة عمل المولد:

عند دوران الآلة المديرة (ماكينة дизيل) يتولد جهد صغير على أطراف ملفات التيار المتردد لمولد الإثارة نتيجة المغناطيسية المتبقية في مجاله، ويتم توحيد هذا

الخرج بواسطة الموحدات الدوارة لتغذية ملفات مجال المولد الرئيسي، ومن ثم ينبع خرج صغير على أطراف المولد الرئيسي.



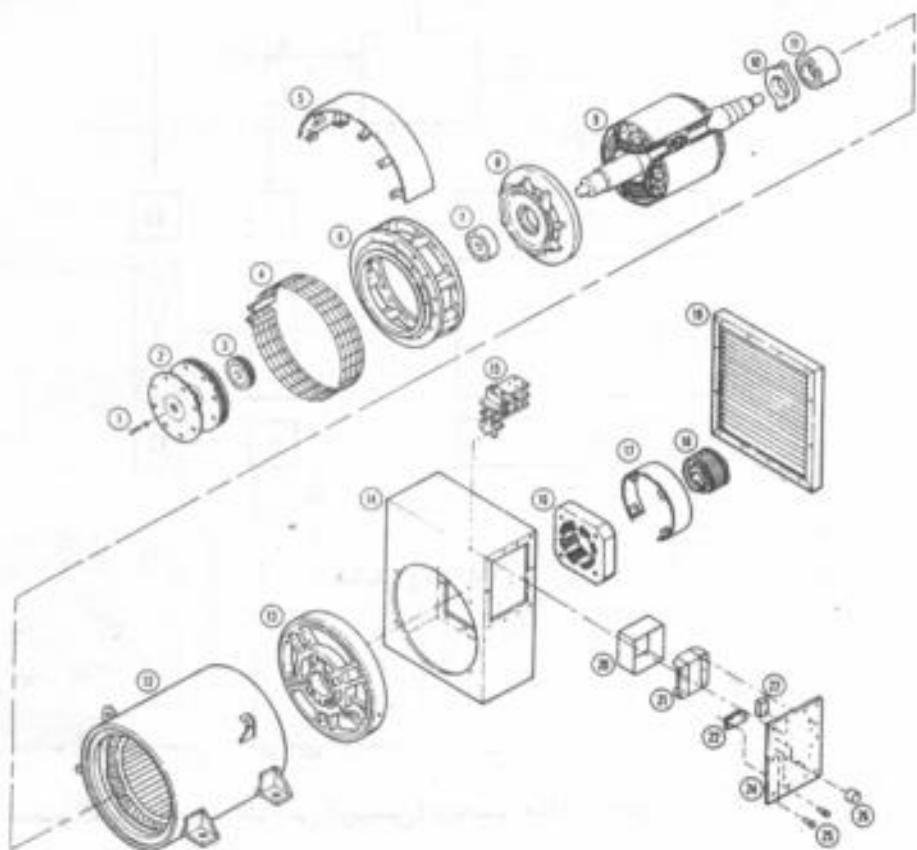
الشكل (١ - ٢٥)

ويقوم منظم الجهد AVR بمقارنة خرج المولد الرئيسي مع جهد المرجع المعاير عليه، فيجد أن جهد الخرج للمولد الرئيسي أقل بكثير من المطلوب، لذلك يقوم AVR بزيادة جهد ملفات مجال مولد الإثارة، وهذا بدوره سيؤدي لزيادة الجهد على أطراف ملفات التيار المتردد لمولد الإثارة، ويتم توحيد هذا الخرج وتغذية ملفات مجال المولد الرئيسي، ومن ثم يرتفع الجهد على أطراف المولد الرئيسي وهكذا وصولاً للجهد المطلوب، علماً بأن هذه العملية تتم بسرعة عالية؛ لذا فإن الجهد على أطراف المولد الرئيسي يصل إلى حالة الاستقرار بمجرد وصول ماكينة дизل لسرعة التزامن.

والشكل (١ - ٢٦) يعرض أجزاء مولد تزامنی بتغذیة ذاتیة من إنتاج شركة Marthon Electric الأمريكية .

وفيما يلى أهم عناصر هذا الشكل :

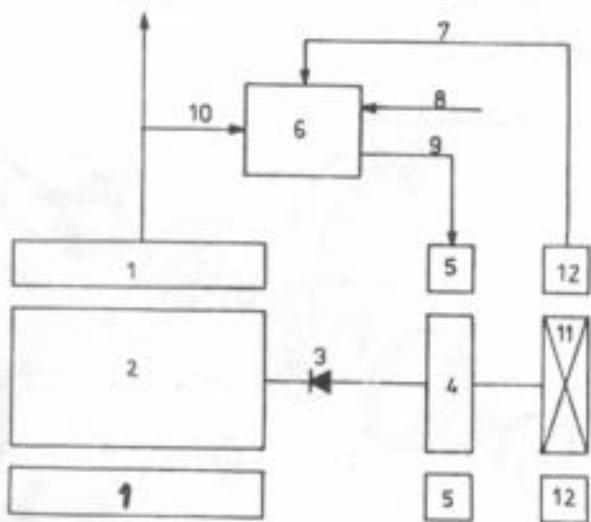
2	القرص المدير
3	فاصل
4	شبكة
5,17	غطاء
6	موافق حلقى
8	مروحة
9	العضو الدوار
10	غطاء كرسي محور
11	كرسي المحور
12	العضو الثابت
13	الغطاء الأمامي للعضو الثابت
14	صندوق توصيل
16	العضو الثابت لمولد الإثارة
18	العضو الدوار لمولد الإثارة
19	غطاء بفتحات تهوية لصندوق التوصيل
20	صندوق يوضع به منظم الجهد AVR



الشكل (١ - ٢٦)

١ / ٣ - المولدات الزراعية ذات التغذية المنفصلة والمزودة بعزم جهد

الشكل (١ - ٢٧) يبين الخطاطق الصناعي لهذه المولدات .



الشكل (٢٧ - ١)

جیٹ ان:

- 1 العضو الثابت للمولد التزامنی الرئیسی

2 العضو الدوار للمولد التزامنی الرئیسی؛ ويحمل ملفات المجال

3 موحدات دوارة

4 العضو الدوار لمولد الإثارة؛ ويحمل ملفات مجال مولد الإثارة

5 العضو الثابت لمولد الإثارة؛ ويحمل ملفات التيار المتردد الثالثي الوجه

6 الدائرة الإلكترونية لنظم الجهد AVR

7 تغذية القدرة الكهربائية

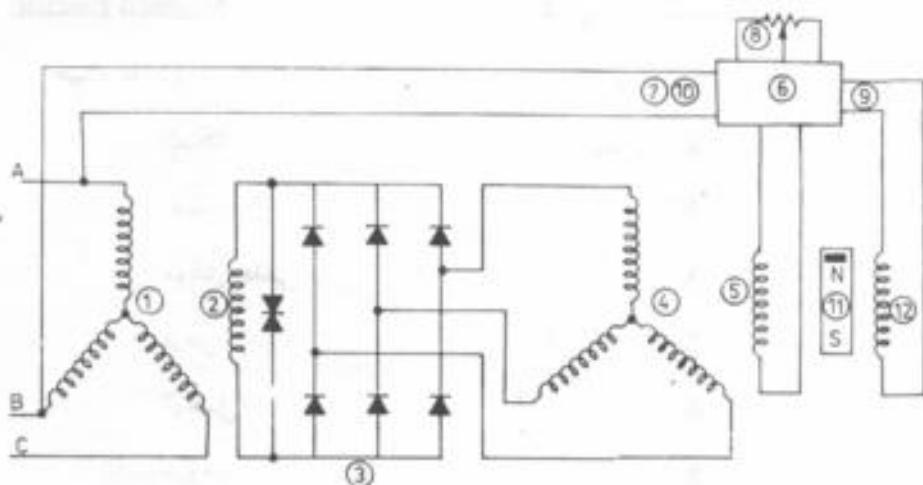
8 جهد المرجع

9 خرج AVR

مغناطيس دائم لمولد تزامني أحادي الوجه

ملفات التيار المتردد للمولد ذات المغناطيس الدائم PMG

والشكل (١ - ٢٨) يبين دائرة المولدات التزامنية ذات التغذية المتفصلة.



الشكل (١ - ٢٨)

نظرية عمل المولد:

عند دوران ماكينة дизيل يقوم المولد التزامني الأحادي الوجه ذي المغناطيس الدائم PMG بتوسيع جهد على أطرافه (2)، وهذا الجهد يقوم بتغذية الدائرة الإلكترونية لتنظيم الجهد AVR (6)، ويقوم AVR بدوره بتغذية ملفات مجال مولد الإثارة (5) بالجهد اللازم للوصول للخرج المطلوب للمولد الرئيسي، وبالتالي يتولى جهد على أطراف ملفات التيار المتردد لمولد الإثارة (4)، ويتم توحيد هذا الجهد بواسطة الموحدات الدوارة (3)، ثم تغذية ملف مجال المولد الرئيسي (2)، ومن ثم

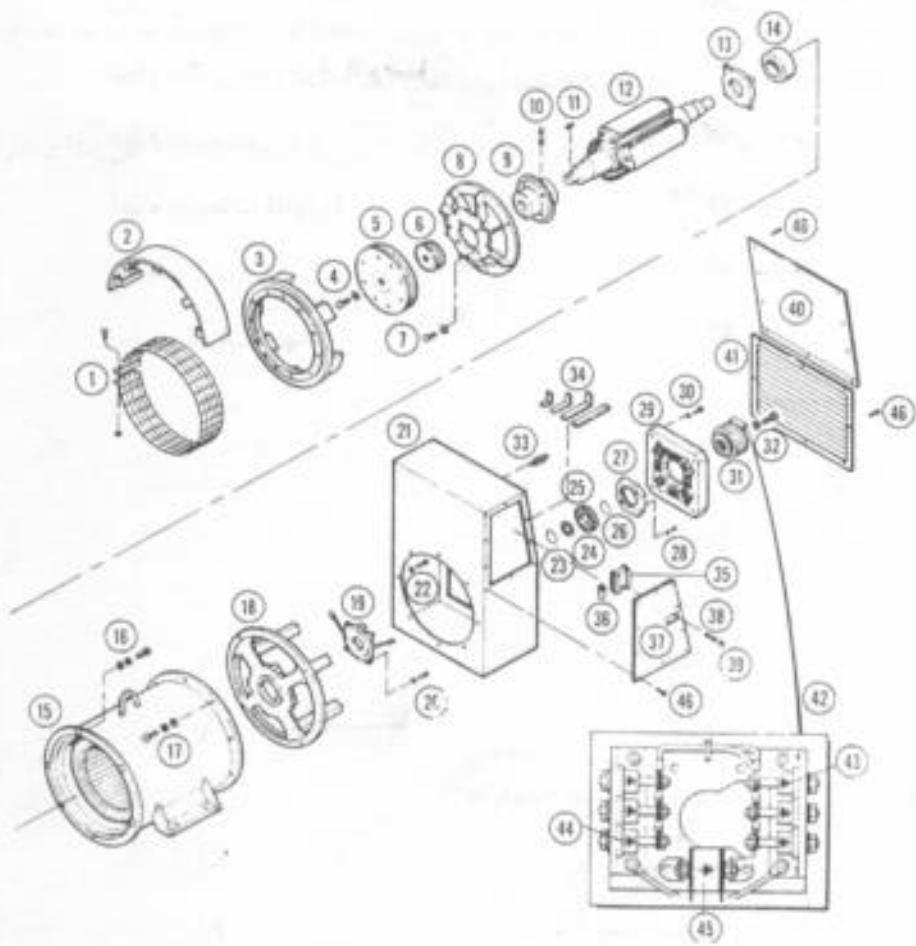
يتولد جهد على أطراف ملفات التيار المتردد للمولد الرئيسي (1) يتناسب مع تيار مجال المولد الرئيسي، ويقوم منظم الجهد (6)، بقياس جهد أطراف المولد الرئيسي، ومن ثم تعدل جهد أطراف مجال مولد الإثارة للموصول للجهد المطلوب على أطراف المولد الرئيسي، والذي يقابل جهد المرجع الذى تم ضبطه بواسطة المقاومة المتغيرة (8) الموصولة مع AVR؛ علماً بأن ذلك يتم فى لحظات.

والشكل (١ - ٢٩) يعرض أجزاء مولد تزامنی بشغذية منفصلة من إنتاج شركة Marthon Electric.

حيث إن:

1	شبكة
2	غطاء
3	موافق حلقى
5	قرص الإدارة
6	فوائل
8	مرودة
9	الهب
12	مجموعة العضو الدوار
14	الكرمى الامامي
15	جسم العضو الثابت
18	موافق أمامي
21	صندوق أطراف التوصيل
25	العضو الدوار للمولد PMG
27	العضو الثابت لمولد PMG
29	العضو الثابت لمولد الإثارة

31	العضو الدوار لولد الإثارة
35	منظم الجهاد
36	مكثف
37	غطاء جانبي لصندوق التوصيل
40	غطاء مصممت
41	غطاء بفتحات للتهوية
43	موحدات دوارة
45	محمد قفرات جهد



الشكل (١ - ٢٩)

والجدير بالذكر أن الموحدات الدوارة Rotating Diodes والمثبتة على عمود الإدارة الرئيسي لهذه المولدات يتم حمايتها بواسطة محمد قفازات الجهد Surge Suppressor، حيث إن هذا العنصر يكون له مقاومة كبيرة جداً أثناء التشغيل العادي، ولكن عند حدوث تغير كبير في الحمل تتولد قوة دافعة كهربائية عالية على أطراف المجال الرئيسي، أي على أطراف الموحدات الدوارة (لأن المولد يعمل في هذه الحالة كما لو كان محولاً) فيعمل محمد قفازات الجهد كمقاومة صغيرة قادرة على تثبيت هذه الطاقة العالية الموجودة في ملفات المجال، وبالتالي يعود جهد المجال لقيمة المقنة مرة أخرى، وفي حالة عدم استخدام محمد قفازات الجهد، فإن الموحدات يمكن أن تتلف عند التغير الكبير في الأحمال نتيجة لتشتت الطاقة العالية المتولدة على أطراف ملف المجال الرئيسي عبر هذه الموحدات.

٦ / ٧ - حماية المولدات التزامنية من الظروف البيئية

إن ارتفاع رطوبة الجو تؤدي إلى حدوث تكاثف للماء على ملفات المولد مما يقلل من عزل المولد وتسرع من انهياره، ومن أجل تجنب تكاثف بخار الماء تزود بعض المولدات بسخان لمنع التكاثف حيث يقوم هذا السخان برفع درجة حرارة المولد درجات قليلة عن حرارة الجو، مما يمنع من تكاثف البخار على ملفات المولد.

وأيضاً يجب حماية المولدات التزامنية من دخول قطرات الماء عند نزول الأمطار داخل المولدات العاملة بالعراء، من أجل ذلك تكون فتحات التهوية مائلة لمنع دخول قطرات الماء المتساقطة بزاوية 60° على الرأسى Drip -proof Louvers، وتصمم هذه الفتحات لمنع دخول قطرات المطر المتساقطة داخل المولد.

وأيضاً يجب حماية المولدات العاملة في العراء من دخول الأتربة الناعمة بداخلها، لأن هذه الأتربة يمكن أن تترسب بفعل رطوبة الجو على ملفات المولد، فتقلل من جودة عزل الملفات وتسرع من انهيار عزل الملفات؛ لذلك تزود هذه المولدات بمرشح للهواء يوضع عند فتحات التهوية لمنع دخول الأتربة الناعمة والرماد داخل المولد.

الباب الثاني
أجهزة القياس الكهربية

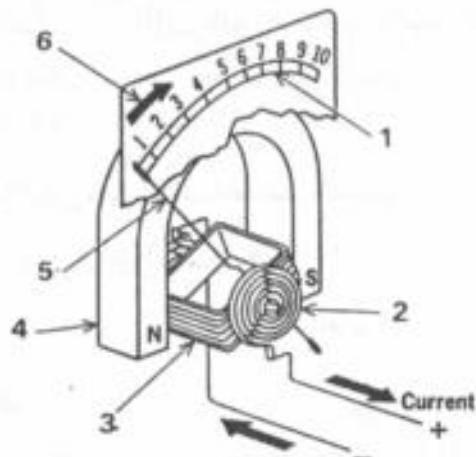
أجهزة القياس الكهربائية

١ / ٢ - التصميمات المختلفة لأجهزة القياس

يمكن تقسيم أجهزة القياس حسب تصميمها إلى :

- ١ - أجهزة قياس بملف متحرك . Moving coil instruments
- ٢ - أجهزة قياس بقلب حديدي متحرك . Moving iron instruments
- ٣ - أجهزة قياس كهروديناميكية . Electrodynamiic instrument
- ٤ - أجهزة قياس حشبة . Induction instruments
- ٥ - أجهزة قياس اهتزازية . Vibrating instruments

١ / ١ - أجهزة القياس ذات الملف المتحرك
الشكل (٢ - ١) يعرض نموذجاً لجهاز قياس بملف متحرك .



الشكل (٢ - ١)

حيث إن :

- | | |
|---|---------------------------------|
| ١ | تدرج |
| ٢ | بأى ومحور دوران |
| ٣ | ملف كهربى |
| ٤ | مغناطيس دائم على شكل حذاء الفرس |
| ٥ | مؤشر |
| ٦ | اتجاه حركة المؤشر |

نظريّة العمل :

فعند مرور تيار كهربائى مستمر فى الملف الكهربى ٣ يتولد مجال مغناطيسي يتناسب شدته مع شدة التيار المار، ويحدث تأثير متبادل بين المجال المغناطيسي للملف الكهربى وأجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم ٤، ويترافق عزم دوران يعمل على إدارة الملف الكهربى، ومن ثم يدور المؤشر وعند تساوى عزم الدوران الناتج عن تداخل المجالات المغناطيسية مع العزم المعاكس الناتج عن البالى ٥ يتوقف المؤشر عند القراءة المقابلة لشدة التيار.

وستستخدم أجهزة القياس ذات الملف المتحرك كأجهزة أميتر، أو أجهزة فولتميتر تيار مستمر، وكذلك يمكن استخدامها كأجهزة أميتر أو فولتميتر تيار متردد بتوصيلها مع موحد Diode.

٢ / ١ - أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك

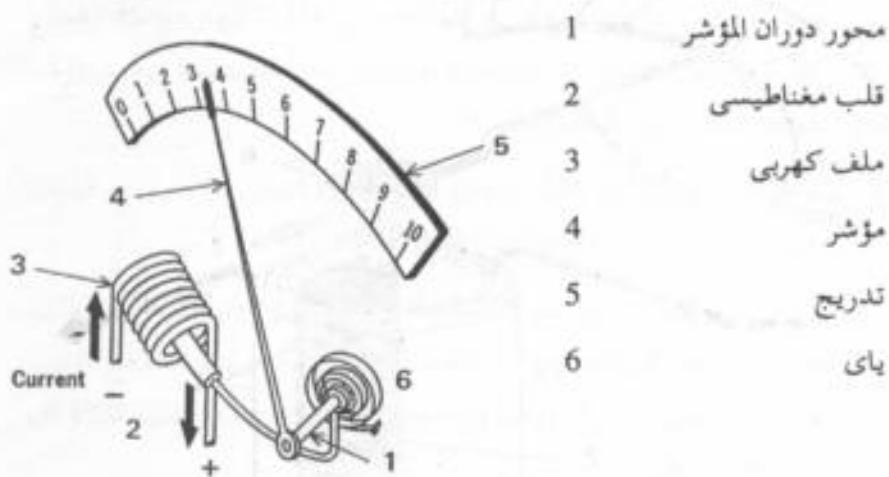
وتنقسم هذه الأجهزة إلى نوعين أساسين وهما:

- النوع التجاذبى .

أولاً: النوع التجاذبى

الشكل (٢ - ٢) يعرض نموذجاً مبسطاً لجهاز قياس ذو قلب حديدى متحرك من النوع التجاذبى .

حيث إن:



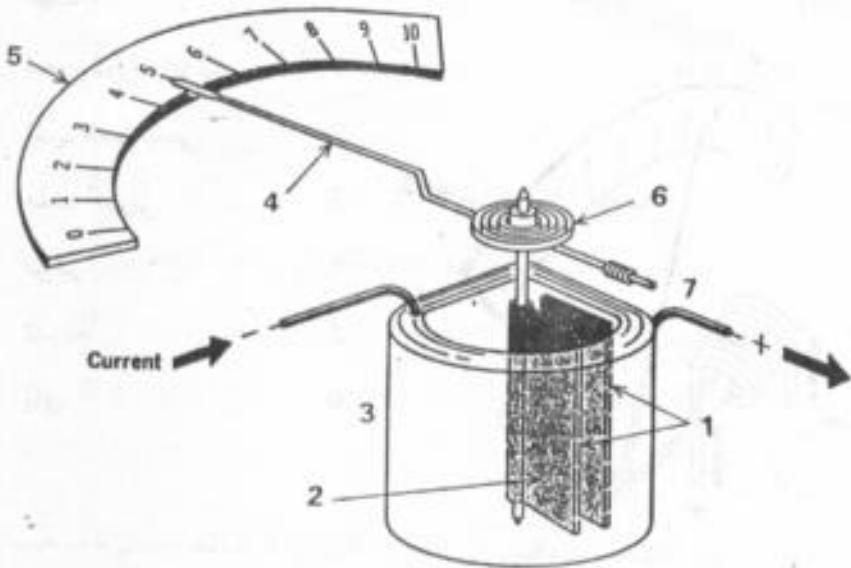
الشكل (٢ - ٢)

نظريه العمل :

عند مرور تيار كهربائي في الملف 2 يتولد مجال مغناطيسي قادر على جذب القلب المغناطيسي 2، فيتحرك المؤشر على التدرج ويتناوب عزم انحراف المؤشر مع مربيع التيار المار، وعند تساوى عزم الانحراف مع العزم المعاكس والناتج عن البای 6 يتوقف المؤشر عند القراءة المقابلة للتيار أو الجهد المسلط على ملف الجهاز . وب مجرد انقطاع التيار الكهربائي عن ملف الجهاز يعود المؤشر إلى صفر التدرج بفعل وجود البای 6.

ثانياً: النوع التناافری :

الشكل (٢ - ٣) يعرض ثوذاجاً لجهاز قياس بقلب مغناطيسي حديدي متتحرك من النوع التناافری .



الشكل (٢ - ٣)

حيث إن :

- 1 مروحتان من الحديد المطاوع أحدهما ثابتة والأخرى دوارة
- 2 مروحة متحركة ومثبتة على محور دوران مؤشر الجهاز
- 3 ملف كهربائى
- 4 المؤشر
- 5 التدرج
- 6 ياي مثبت في محور الارتكاز
- 7 نقل معاكس لتخميد حركة المؤشر

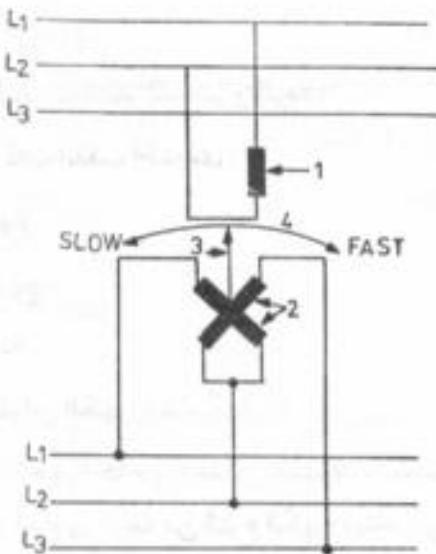
نظيرية العمل :

عندما يمر تيار في الملف الكهربائي للجهاز ينشأ أقطاب مغناطيسية متشابهة القطبية في كل من المروحتين الثابتة والمتحركة، وبالتالي تنشأ بينهما قوة تنافر، ونتيجة لقوة التنافر فإن المروحة تتحرك مبتعدة عن المروحة الأخرى الثابتة ويتحرك

معها المؤشر بحيث تكون حركة المؤشر معيبة عن التيار أو الجهد المقص، وعزم الانحراف للمؤشر يتناسب طردياً مع مردغ التيار المار في ملف الجهاز، وعند انقطاع التيار الكهربائي عن ملف الجهاز فإن المروحتين تفقدان مغناطيسيةهما ويعود المؤشر إلى صفر التدرج بفعل وجود البالى.

وعادة تستخدم الأجهزة ذات القلب الحديدى كأجهزة أمبير وفولتميتر، وكذلك كأجهزة توافق (سينكرومكوب) .

والشكل (٢ - ٤) يعرض تركيب جهاز التوافق، ويتركب جهاز التوافق من ملف ثابت (1)، وملفين متزامنين (2) يعملان معاً زاوية 120° ، ومتباين مع القلب الحديدى والمؤشر (3) على محور الدوران، وللجهاز تدرج (4) مدون عليه أى سريع وأيضاً Slow أى بطئ.



الشكل (٢ - ٤)

نظرية عمل جهاز التوافق A

يوصل طرفا الملف الثابت (1) بالشبكة . ويوصل أحطاف الملفين المتزامنين مع المولد المطلوب إدخاله على الشبكة، وبذلك يتولد ثلاثة مجالات مغناطيسية لملف

الثابت، والملقين المتحركين وينشاً مجال المغناطيسي محصل، وهناك ثلاثة حالات
وهم كما يلى:

- ١ - تساوى تردد الشبكتين مع عدم وجود اتفاق وجهى بينهما، فإن المؤشر ينحرف
بزاوية فى أحد الاتجاهين ويثبت.
- ٢ - عندما يكون التردد غير متساوٍ يحدث دوران للمؤشر فى اتجاه عقارب الساعة
إذا كان المولد الداخل أسرع Fast والعكس بالعكس.
- ٣ - عند تساوى التردد مع وجود اتفاق وجهى فإن المؤشر يثبت عند الوضع
العمودى.

مميزات أجهزة القياس ذات القلب الحديدى:

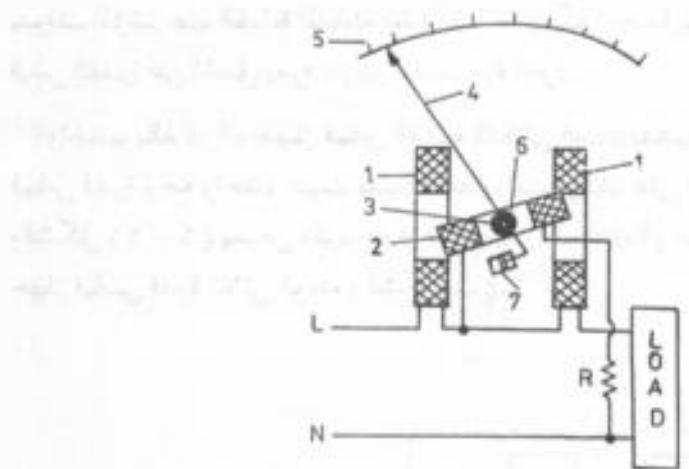
- ١ - انخفاض السعر.
- ٢ - تحملها تيارات الزائد.
- ٣ - استخدامها فى قياسات التيار المستمر والتردد.

عيوب أجهزة القياس ذات القلب الحديدى:

- ١ - انخفاض دقة الجهاز.
- ٢ - عدم انتظام التدريج.
- ٣ - تأثيرها بتغير التردد.

٤ / ٣ - أجهزة القياس الكهروдинاميكية

عادة تستخدم هذه الأجهزة كأجهزة قياس للقدرة، والشكل (٤ - ٥) يعرض
تركيب جهاز قياس قدرة أحادى الوجه من النوع الكهروдинاميكى.



الشكل (٢ - ٥)

حيث إن :

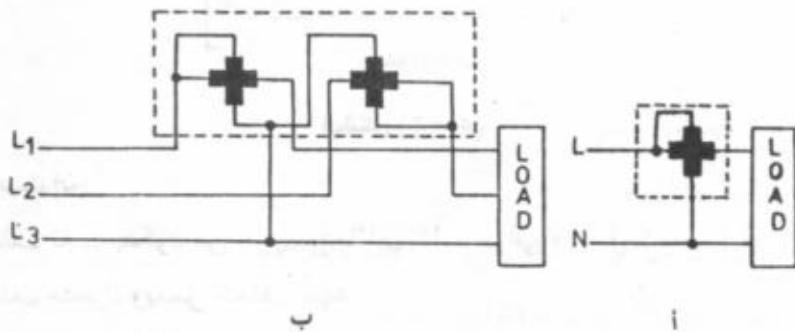
- 1 ملف ثابت يتكون من جزئين متماثلين بقلب هوائي ويعمل كملف تيار
- 2 ملف متحرك ويعمل كملف جهد
- 3 محور دوران المؤشر
- 4 المؤشر
- 5 التدريج
- 6 يابي
- 7 اسطوانة بمكبس تعمل على تخميد حركة المؤشر
- R مقاومة كبيرة لتنقليب التيار المار في الملف المتحرك
- LOAD الحمل

نظرية العمل :

عند توصيل الملفات بالتيار الكهربائي يشود مجال مغناطيسي لكلا الملفين، ويتناسب المجال المغناطيسي للملف الثابت مع التيار، في حين يتناسب المجال المغناطيسي للملف المتحرك مع جهد الدائرة، وبنها عن ذلك عزم دوران يجعل الملف المتحرك يدور، وعند تساوى عزم الدوران مع عزم التحكم الناتج عن وجود اليابي ٦،

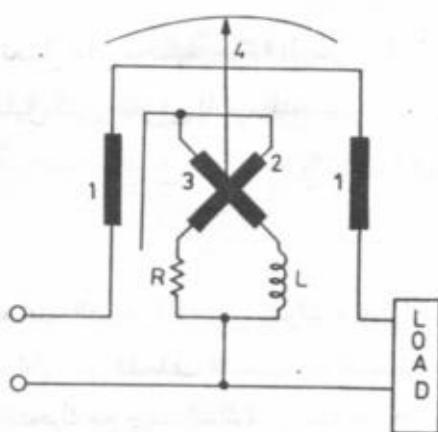
يتوقف المؤشر عند القراءة المقابلة للقدرة المستهلكة للحمل، وبمجرد فصل جهاز قياس القدرة عن الحمل يعود المؤشر للصفر مرة أخرى.

والجدير بالذكر أن جهاز قياس القدرة الثلاثي الوجه يتكون داخلياً من جهاز قياس قدرة وجه واحد، حيث يثبت الملفان المتحركان على عمود دوران الجهاز. والشكل (٢ - ٦) يعرض دائرة جهاز قياس قدرة أحادى الوجه (الشكل ١)، ودائرة جهاز قياسي قدرة ثلاثي الوجه (الشكل ب).



الشكل (٦ - ٢)

والشكل (٢ - ٧) يعرض تركيب جهاز قياس معامل القدرة الكهروдинاميكي.



الشكل (٧ - ٢)

ويترکب من:

1	ملف ثابت
2,3	ملفان متجرkan متعامدان معًا
4	مؤشر
5	تدرج
R	مقاومة كبيرة
L	معاوقة حثية كبيرة

نظريّة العمل:

نظرًا لتوصيل معاوقة حثية L، مع الملف 2، فإن التيار المار في هذا الملف سيكون متاخرًا عن الجهد بزاوية 90° ، في حين يصبح التيار المار في الملف 3 متفقًا في الوجه مع الجهد لتوصيل مقاومة عاديّة R معه. وعند مرور تيار كهربائي في الملفات 1, 2, 3 ينبع عزم دوران ناشئ عن تفاعل مجال الملف الثابت 1، وال المجال المغناطيسي للملف 2، وينشأ عزم معاكس نتيجة لتفاعل المجال المغناطيسي للملف الثابت 1، وال المجال المغناطيسي للملف 3، ويتحرّك المؤشر في اتجاه العزم المحصل بتناسب مع زاوية الوجه بين الجهد والتيار. وعادة تعمل هذه الأجهزة عند تردد معين لأنّ تغيير التردد يغير من قراءة الجهاز.

والجدير بالذكر أنه لا يوجد ياي بالجهاز؛ لذلك فإنّ الجهاز لا يعود لوضعه الأول بعد قطع التيار الكهربائي عن الجهاز.

مميزات الأجهزة الكهروديناميكيّة:

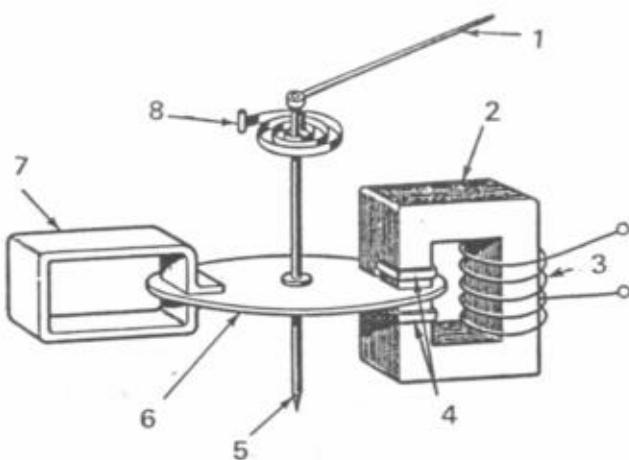
- 1 - تستخدم في دوائر التيار المستمر والتيار المتردد.
- 2 - لها دقة عالية.

عيوب الأجهزة الكهروديناميكيّة:

- 1 - يتأثر بالجهاز الشارد.
- 2 - زيادة القدرة المستهلكة في ملفاتها.
- 3 - ارتفاع سعرها.

٤ / ١ - أجهزة القياس الحية

الشكل (٢ - ٨) يعرض تركيب جهاز قياس حنى.



الشكل (٢ - ٨)

حيث إن :

5	محور ارتكاز	1	مؤشر
6	قرص من الألومنيوم	2	قلب مغناطيسي
7	مغناطيس دائم لتخميد حركة القرص	3	ملف كهربائي
8	بای	4	حلقة من النحاس

نظيرية العمل :

عند مرور التيار الكهربائي في الملف 3 مجال مغناطيسييّ أساسى، وعندما يقطع هذا المجال الحلقات النحاسية يتولد مجالاً مغناطيسيّاً آخر بالاتجاه متاخر عن المجال الأول بزاوية 45° ، وينتتج عن تفاعل هذين المجالين عزم دوار للقرص 6، ويتوقف القرص عند تساوى عزم الدوران والعزم المعاكس الناتج عن البای 8، وذلك عند القيمة المقابلة للتيار المار في الملف 3. أما المغناطيس الدائم 7 فيعمل على تخميد

حركة الفرص ومنع ذبذبته، ومن ثم منع ذبذبة المؤشر أثناء حركته.

مميزات أجهزة القياس الحشية:

- ١ - عدم التأثير بالحالات الشاردة لقوة مجالاتها.
- ٢ - متانة هذه الأجهزة.
- ٣ - تحملها للتغيرات الزائدة عن مقننها.
- ٤ - طول عمرها.

عيوب أجهزة القياس الحشية:

- ١ - تستخدم في قياسات التيار المتردد فقط.
- ٢ - عدم انتظام تدريجها.
- ٣ - زيادة الخطأ عند التيارات الصغيرة وزيادة فقد القدرة الكهربائية فيها.
- ٤ - تغير دقتها مع تغير درجة حرارتها.
- ٥ - ارتفاع سعرها.

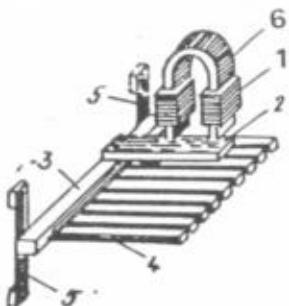
٥ / ١ - الأجهزة الاهتزازية

تستخدم هذه الأجهزة في قياس التردد.

والشكل (٩ - ٢) يعرض نموذجاً لهذه الأجهزة.

حيث إن:

- | | |
|---|-----------------------------|
| ١ | ملف كهربائي |
| ٢ | عضو استنتاج من العصب |
| ٣ | قضيب معدني |
| ٤ | شرائح فولاذية بأطوال مختلفة |
| ٥ | باب |
| ٦ | قلب مغناطيسي على شكل II |



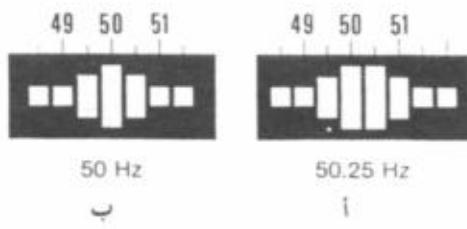
الشكل (٩ - ٢)

نظريّة عمل الجهاز:

عند توصيل الملف ١ بالمصدر الكهربائي المتردد يصبح القلب المغناطيسي الذي على شكل II (٦) كمغناطيس كهربائي، فيحدث تجاذباً وتنافراً بين القلب المغناطيسي ١ وعضو الاستنتاج ٢ بتردد يساوي تردد المصدر الكهربائي، وتنتقل هذه الاهتزازات إلى القضيب المعدني ٣، ومن ثم تنتقل هذه الاهتزازات إلى الشرائح الفولاذية ٤، ويكون اهتزاز الشريحة التي لها ترددًا طبيعيًا مساوياً لتردد المصدر أكبر ما يمكن.

والجدير بالذكر أن الشرائح الفولاذية مثبتة من أحد جانبيها في القضيب المعدني ٣، وحرة من الجانب الآخر ويدهن الجانب الحر للشرائح الفولاذية باللون الأبيض.

والشكل (٢ - ١٠) يعرض شكل الريش المهتزء عند ترددتين مختلفتين، فالشكل أ) عند تردد 50Hz، (والشكل ب) عند تردد 50.25Hz تماماً.



الشكل (١٠ - ٢)

٢ / ٢ - أجهزة القياس الكهربية المستخدمة مع المولدات التزامنية

يوجد العديد من أجهزة القياس الكهربية المستخدمة مع المولدات التزامنية مثل :

١ - أجهزة الفولتميترات (V).

٢ - أجهزة الأميترات (A).

٣ - أجهزة قياس القدرة الفعالة وغير الفعالة (KVA_r, KW).

٤ - جهاز معامل القدرة (COSφ).

٥ - أجهزة قياس التردد (HZ).

٦ - أجهزة قياس ساعات التشغيل (H).

٧ - السينكروسكوب (جهاز التوافق).

والشكل (٢ - ١١) يعرض ستة أنواع من الأجهزة المستخدمة مع المولدات التزامنية والمصنعة بشركة CELSA الإسبانية وهم :

- جهاز فولتميتر (أ).

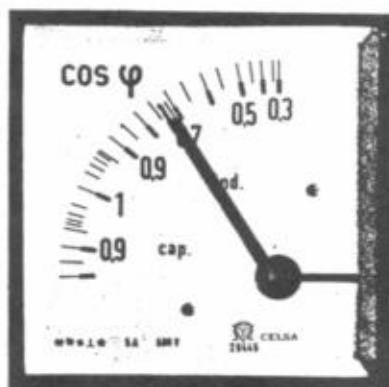
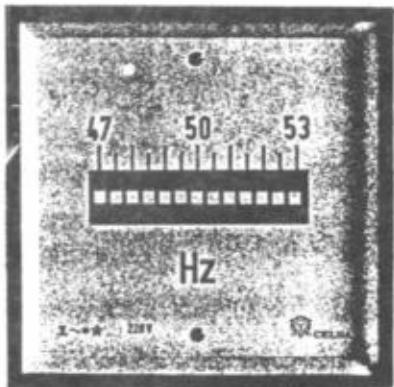
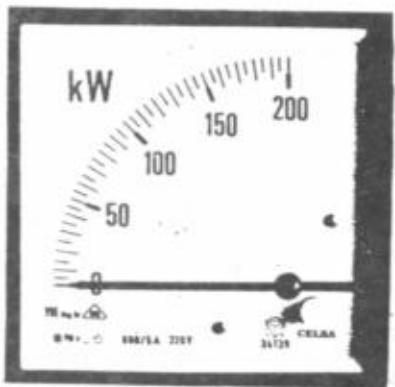
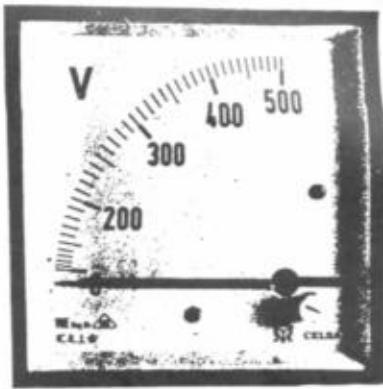
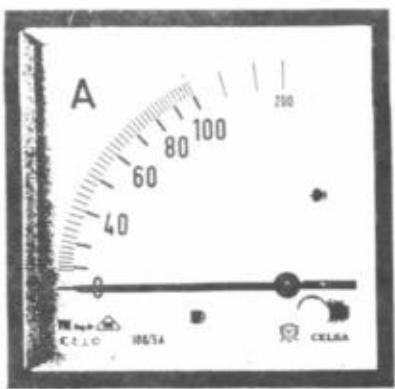
- جهاز أميتر (ب).

- جهاز قياس قدرة غير فعالة (ج).

- جهاز قياس قدرة فعالة (د).

- جهاز معامل قدرة (هـ).

- جهاز قياس تردد (و).



الشكل (٢ - ١١)

والشكل (١٢ - ٢) يعرض مجموعة تزامن وتتكون من:
جهاز فولتميتر مزدوج - جهاز قياسي تردد مزدوج - جهاز سينكروسكوب.
ومن أجل توصيل مولدين على التوازي يجب تحقق الشروط التالية:



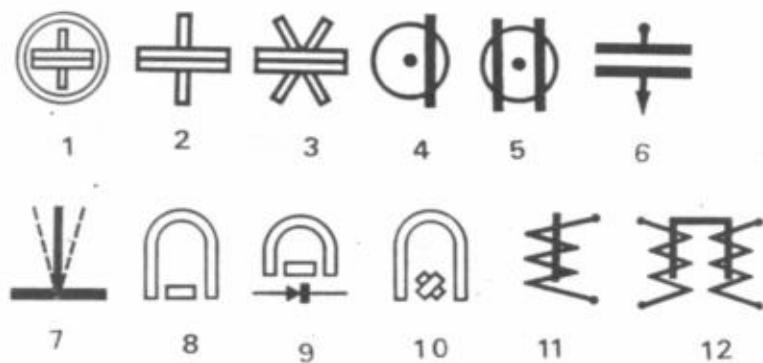
الشكل (١٢ - ٢)

- ١ - تساوى جهد المولدين.
- ٢ - تساوى تردد المولدين.
- ٣ - اتفاق الاختلاف الوجهي
للمولدين.

ويمكن التأكد من تحقق هذه الشروط
بمجموعة التزامن المعروضة في الشكل
(١٢ - ٢).

والجدير بالذكر أن أجهزة القياس
تشتت بثلاثة مقامات وهم:
(144x144) أو (96x96) أو (72x72)
وهذه الأبعاد بالملليمتر.

والشكل (١٣ - ٢) يعرض رموز
التصميمات المختلفة لأجهزة القياس تبعاً
للمواصفات الالمانية DIN 43802.



الشكل (١٣ - ٢)

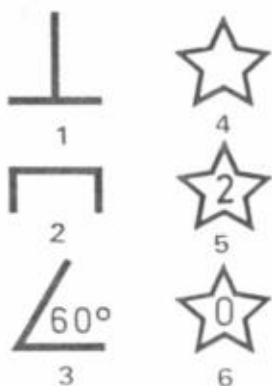
حيث إن :

- 1 جهاز كهروдинاميكي بقلب معدني
- 2 جهاز كهروдинاميكي بقلب هوائي
- 3 جهاز كهروдинاميكي تناصبي بقلب هوائي
- 4 جهاز استنتاجي
- 5 جهاز استنتاجي تناصبي
- 6 جهاز كهروستاتيكي
- 7 جهاز بريش مهتزة
- 8 جهاز بملف متحرك
- 9 جهاز بملف متحرك وموحد
- 10 جهاز بملف متحرك تناصبي
- 11 جهاز بقلب حديدي متحرك
- 12 جهاز بقلب حديدي متحرك وتناصبي

والشكل (٢ - ١٤) يعرض الأوضاع القياسية لاجهزة القياس وجهد الاختبار لاجهزة القياس تبعاً للمواصفات الالمانية DIN 43802.

حيث إن:

- | | | | |
|---|---------------------------|---|-------------------------------------|
| 4 | جهد الاختبار 500V | 1 | وضع التشغيل رأسى |
| 5 | جهد الاختبار أكبر من 500V | 2 | وضع التشغيل أفقى |
| 6 | لا يختبر بآى جهد | 3 | وضع التشغيل على زاوية 60° مع الأفقى |



الشكل (٢ - ١٤)

٣ - محولات التيار / Current transformers

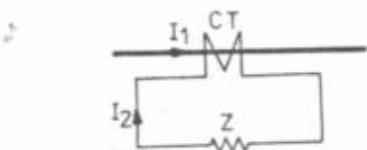
تستخدم محولات التيار مع أجهزة القياس وكذلك مع ريليهات الحماية. وينصح عادة باستخدام محولات التيار في القياس أو الحماية عندما يزيد التيار عن 40A، ويوجد عدة مصطلحات فنية يكثر استخدامها مع محولات التيار مثل:

- الحمل المقنن Rated burden ويكون له معامل قدرة 0.8.
- نسبة تحويل محول التيار Current ratio. وهي النسبة بين تيار الملف الابتدائي I_1 إلى تيار الملف الثانوي I_2 .

$$K_c = \frac{I_1}{I_2} \rightarrow 2.1$$

– القدرة المقننة Rated Power –

وهي حاصل ضرب مربع التيار الثانوي في معاوقة الحمل المقنن.
والشكل (٢ - ١٥) يبين طريقة توصيل الاحمال مع محولات تيار.



الشكل (٢ - ١٥)

وفيما يلى العلاقة بين القدرة المقننة لمحول التيار \$S\$، وتيار الثانوى \$I_2\$ ومعاوقة الحمل
. (\$Z\$) burden)

$$S = I_2^2 Z \text{ (VA)} \rightarrow 2.2$$

Class – القسم –

يعرف القسم الذى يتبعه محول التيار بأنه النسبة المئوية للخطأ المتوقع عند
ظروف معينة ويساوي :

$$\text{Error\%} = \frac{I_2 K_c \cdot I_1}{I_1} \times 100 \rightarrow 2.3$$

حيث إن :

Error%	I ₁ النسبة المئوية للخطأ	تيار الابتدائي لمحول التيار
K _c	I ₂ نسبة تحويل محول التيار	تيار ثانوى محول التيار

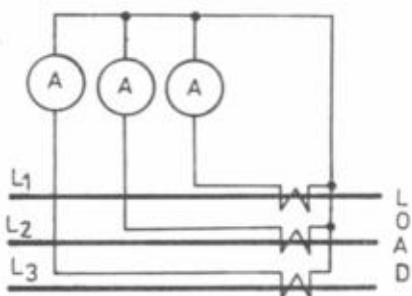
ويوجد ثلاثة أقسام محوّلات التيار وهم :

القسم (1) : ويستخدم مع أجهزة قياس Kwh (الكيلو وات ساعة).

القسم (2) : وتستخدم مع أجهزة القياس المختلفة.

القسم (3) : وتستخدم مع الريليهات المختلفة.

والشكل (٢ - ١٦) يبين طريقة استخدام ثلاثة محوّلات تيار لقياس تيار الأوجه المختلفة لحمل ثلاثي الوجه .

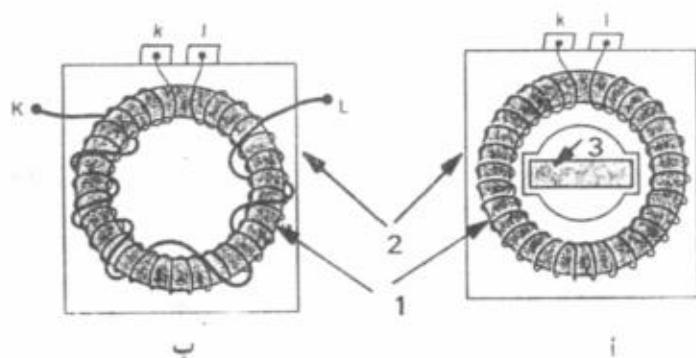


الشكل (٢ - ١٦)

ويُمكن تقسيم محوّلات التيار تبعاً لتركيبها إلى نوعين موضعين بالشكل (٢ - ١٧) وهما كالتالي :

١ - محول تيار نوع الشباك Window type (الشكل أ) .

٢ - محول تيار من النوع الملفوف Wound-Primary (الشكل ب) .



الشكل (١٧ - ٢)

حيث إن :

2	جسم المحو	1	القلب المغناطيسي
3	القضيب النحاسي الذى يمر به التيار	R, L	أطراف الملف الثانوى
		K, L	أطراف الملف الابتدائى

وعادة يتم توصيل جميع أجهزة القياس أو أجهزة الحماية على التوالى مع ثانوى المحو، بحيث تكون مجموع القدرات المستهلكة لهذه الأجهزة لا يتعدى القدرة المقننة لمحو التيار، ولا يصل محو التيار لحالة التشبع فيحدث خطأ كبيراً في نسبة تحويل المحو.

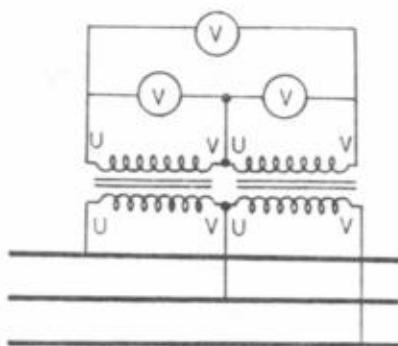
وفيما يلى السعات المقننة لخولات التيار الموجودة بالأسواق بالفولت أمبير [1,1.5, 2,2.5,5,10,15, 30, 60] VA

أما التيار المقنن (تيار الثانوى) لخولات التيار عادة تساوى 1A أو 5A أو 10A .

٤ / ٤ - محولات الجهد Voltage transformers

محولات الجهد هى محولات منخفضة القدرة؛ وتعمل عادةً عند اللامحم وتقوم بتنحيف الجهد حتى يناسب مقننات أجهزة القياس المختلفة وريليهات الوقاية. وعادة يكون جهد ثانوى محولات الجهد 100V أو 110V أو 120V وجهد ابتدائى 100, 110, 220, 380, 400, 500, 600 . 1000V

والشكل (١٨ - ٢) يبين طريقة توصيل محولين جهد مع خرج المولد لقياس جهود الأوجه المختلفة.



الشكل (١٨ - ٢)

- وفيما يلى أهم المصطلحات الفنية المستخدمة مع محولات الجهد:
- الحمل المقنن Rated burden ويكون له معامل قدره 0.8.
 - نسبة تحويل محول الجهد Voltage ratio.
 - وهي النسبة بين جهد الابتدائي V_1 وجهد الثانوى V_2 ويساوي:

$$Kv = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow 2.4 \quad \text{-- الفدراة المقننة Rated Power.}$$

وهي حاصل قسمة مربع جهد الثانوى V_2 على معاوقة الحمل المقنن Z .

$$S = \frac{V_2^2}{Z} \rightarrow 2.5 \quad \text{-- Class}$$

يعرف القسم الذى ينتمى إليه محول الجهد بأنه النسبة المئوية للخطأ المتوقع عند ظروف معينة ويساوي:

$$\text{Error\%} = \frac{V_2Kv - V_1}{V_1} \times 100 \rightarrow 2.6$$

حيث إن :

V1	جهد الابتدائي لحول الجهد
V2	جهد الثانوي لحول الجهد
Kv	$\frac{V_1}{V_2}$ نسبة التحويل وتساوي

٤ / ٥ - أجهزة القياس والمرسلات لماكينات дизيل

عادة تستخدم مجموعة من أجهزة القياس مع ماكينات дизيل وجميع هذه الأجهزة تكون بملف متحرك مثل :

- ١ - جهاز قياس ضغط الزيت.
- ٢ - جهاز قياس درجة حرارة الماء.
- ٣ - جهاز قياس جهد البطارية.
- ٤ - جهاز قياس سرعة الماكينة.
- ٥ - جهاز قياس درجة حرارة الزيت.
- ٦ - جهاز قياس تيار شحن البطارية.
- ٧ - عداد قياس ساعات التشغيل.
- ٨ - جهاز قياس مستوى الوقود في الخزان.



الشكل (٢ - ٢٠)

والشكل (٢ - ٢٠) يعرض عدة نماذج لأجهزة القياس المستخدمة مع ماكينات дизيل وهم كما يلى :

جهاز قياس ضغط الزيت (الشكل ا).

جهاز قياس درجة الحرارة (الشكل ب).

جهاز قياس جهد البطارية (الشكل ج).

عداد ساعات التشغيل (الشكل د).

جهاز قياس سرعة الماكينة (الشكل ه).

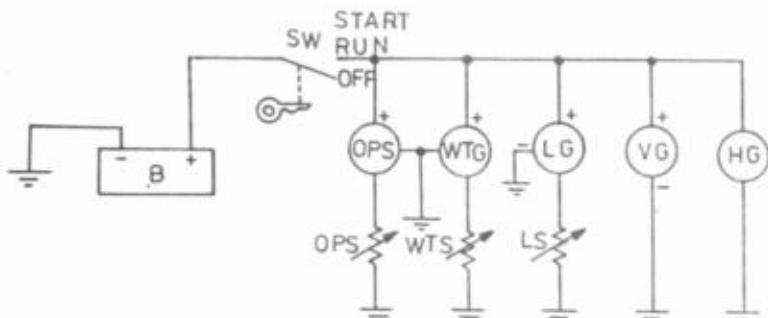
جهاز قياس مستوى الوقود في الخزان (الشكل و).

والجدير بالذكر أن هذه الأجهزة تحتاج لمرسلات Senders يتم تثبيتها في الماكينة،

ويتم توصيلها مع هذه الأجهزة. والمرسلات هي مقاومات متغيرة تتغير قيمتها تبعاً للكمية المقاسة، فمثلاً: يوجد مرسل ضغط زيت يستخدم مع جهاز قياس ضغط الزيت، ويوجد أيضاً مرسل درجة حرارة الماء يستخدم مع جهاز قياس درجة حرارة الماء، ويوجد مرسل سرعة يستخدم مع جهاز قياس السرعة. ويوجد مرسل مستوى وقود يستخدم مع جهاز قياسي مستوى الوقود، أما جهاز قياس جهد البطارية أو جهاز قياس تيار شحن البطارية أو عداد ساعات التشغيل فلا تحتاج لمرسلات.

ويوجد بعض أنواع من المرسلات والمفاتيح في آن واحد، وتكون مزودة ببنقطتين أحدهما للمرسل، والثانية للمفتاح ونقطة المرسل يتم توصيلها مع جهاز القياس، في حين أن نقطة المفتاح يتم توصيلها مع وحدة التحكم الإلكترونية في الماكينة ECU كما سيتضح فيما بعد.

والشكل (٢٠ - ٢) يعرض مخطط توصيل جهاز قياس ضغط الزيت وجهاز قياس درجة حرارة الماء، وجهاز قياس جهد البطارية وجهاز قياس مستوى الوقود في الخزان مع المرسلات.



الشكل (٢٠ - ٢)

حيث إن :

VG	جهاز قياس جهد البطارية
WTG	جهاز قياس درجة حرارة الماء
LG	جهاز قياس مستوى الوقود
OPG	جهاز قياس ضغط الزيت
HG	عداد ساعات التشغيل
WTS	مرسل درجة حرارة الماء
OPS	مرسل ضغط الزيت
LS	مرسل مستوى الوقود
B	بطارية
SW	مفتاح البدء والتشغيل

وعادة يستخدم مجس سرعة Magnetic Pick Up، مع ماكينات дизيل المستخدمة في إدارة المولدات، وهو عبارة عن ملف كهربائي يثبت في جسم الماكينة، ويكون في مقابلة الطارة الخدافة Fly Wheel، والتي تكون مسننة بعدد من الأسنان، يتراوح ما بين سنة، (100:146) وعند دوران الماكينة يتولد جهد متزداد في ملف المحس تردد يساوي:

$$F = \frac{n \times N}{60} \text{ HZ} \rightarrow 2.7$$

نº عدد أسنان العلارة الخدافة

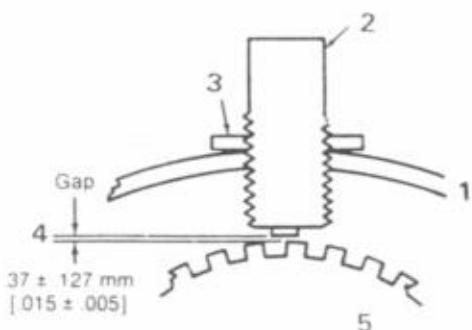
سرعة دوران الماكينة باللفة / دقيقة N

التردد بالهertz

والشكل (٢ - ٢١) يوضح طريقة تثبيت محس السرعة في جسم الماكينة.

حيث إن:

- | | |
|---|---|
| 1 | جسم الماكينة |
| 2 | محس السرعة |
| 3 | وردة |
| 4 | فجوة هوائية تتراوح ما بين (0.37±0.127 mm) |
| 5 | طارة حداقة |



الشكل (٢ - ٢١)

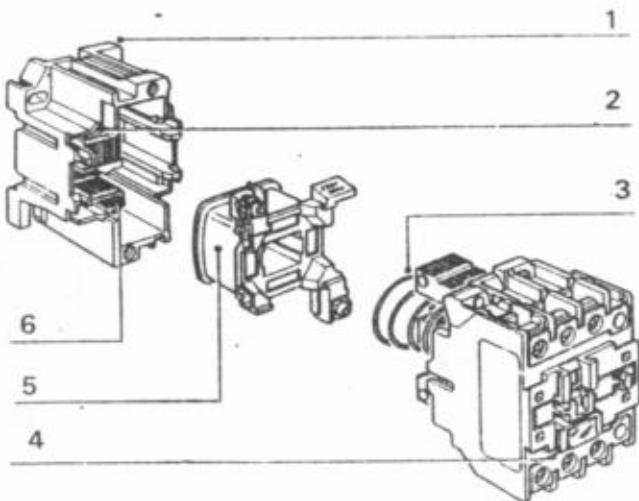
الباب الثالث

دوائر التحكم التقليدية

دوائر التحكم التقليدية

١ / ٣ - المفاتيح الكهرومغناطيسية Electromagnetic switches

يتكون المفتاح الكهرومغناطيسي بصفة عامة من قلب مغناطيسي مصنوع من رقائق من الصلب السليكوني المعزولة؛ علماً بأن هذا القلب مشوق لشقين أحدهما ثابت، والأخر متتحرك. ويوجد حول الشق الثابت ملف كهربائي، أما الشق المتحرك فيحمل ريش التلامس للمفتاح. والشكل (٣ - ١) يبين تركيب كوناكتور Contactor من إنتاج شركة Telemecanique الفرنسية.



الشكل (٣ - ١)

حيث إن :

- 1 قاعدة تثبيت الشق الثابت للقلب المغناطيسي
- 2 الشق الثابت للقلب المغناطيسي
- 3 ياب الإرجاع

غلاف يحتوى على الشق المتحرك للقلب

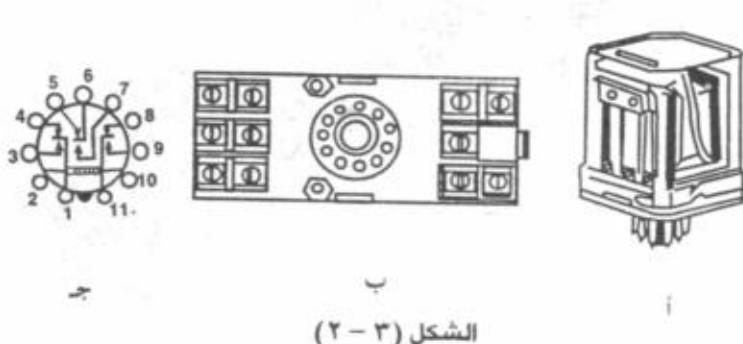
المغناطيسى والريش الثابتة والمتحركة

5 ملف التشغيل

6 حلقة نحاس

والجدير بالذكر أن المفتاح الكهرومغناطيسى يطلق على الكونتاكتور Contactor وكذلك الريلاى Relay؛ علماً بأن الفرق الجوهرى بين الكونتاكتور والريلاى هو أن الكونتاكتور يكون مزوداً بريش رئيسية (أقطاب) Poles قادرة على تحمل تيارات عالية عند وصل وفصل الأحمال الكهربائية مثل: اثغر كات الكهربائية بالإضافة إلى بعض ريش التحكم والمستخدمة في عمليات التحكم والتى ستتضح فيما بعد. أما الريلاى الكهرومغناطيسى فجميع ريشه تكون ريش تحكم فقط وأقصى تيار تحمله 10A.

والشكل (٢ - ٣) يعرض صورة لريلاى كهرومغناطيسى (الشكل أ) وقاعدته (الشكل ب) ومخاطط توصيله (الشكل ج).

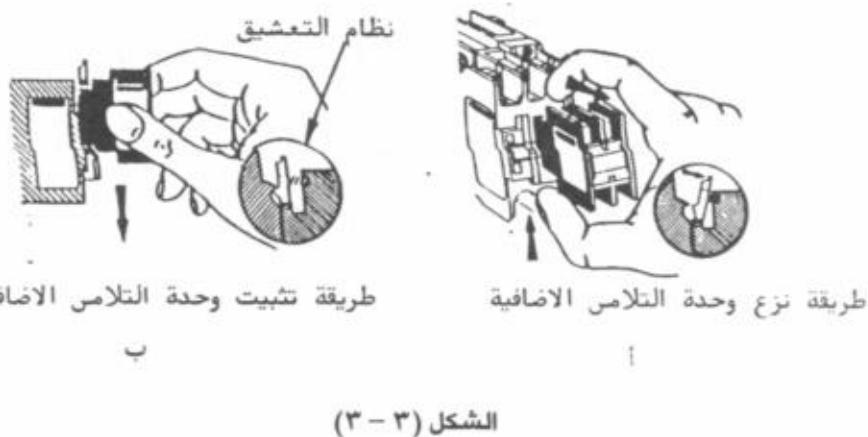


الشكل (٢ - ٣)

ويلاحظ أن أطراف ملف الريلاى هما: 10 و 2، وأطراف الريشة القلابة الأولى هم (1 - 3 - 4) وأطراف الريشة القلابة الثانية هم: (11 - 9 - 8) وأطراف الريشة القلابة الثالثة هم: (5 - 6 - 7).

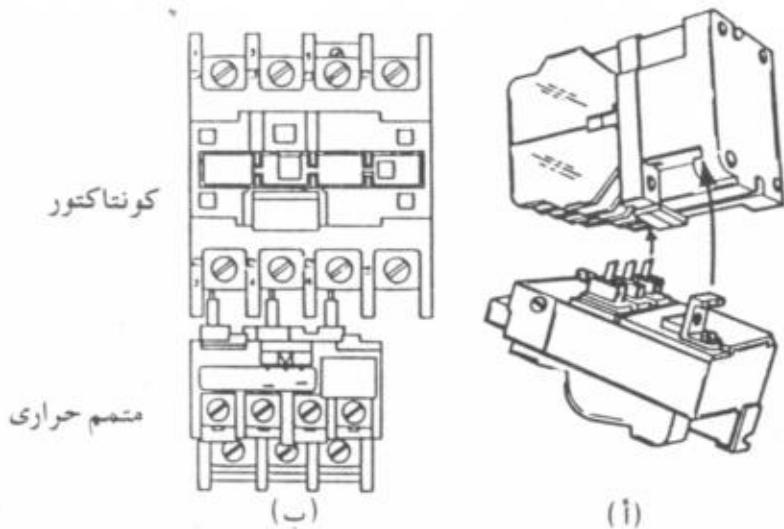
والجدير بالذكر أن الكونتاكتورات المتوفرة في الأسواق تختوى عادة على ريشة أو

ريشتين إضافيتين، ويمكن زيادة عدد الريش الإضافية (ريش التحكم) للكونتاكتور بإضافة وحدة ريش إضافية للكونتاكتور، إما على وجه الكونتاكتور، أو في جانب الكونتاكتور. والشكل (٣ - ٣) يوضح طريقة نزع وحدة ريش إضافية وجهية (الشكل أ)، وكذلك طريقة تثبيت وحدة ريش إضافية وجهية (الشكل ب).



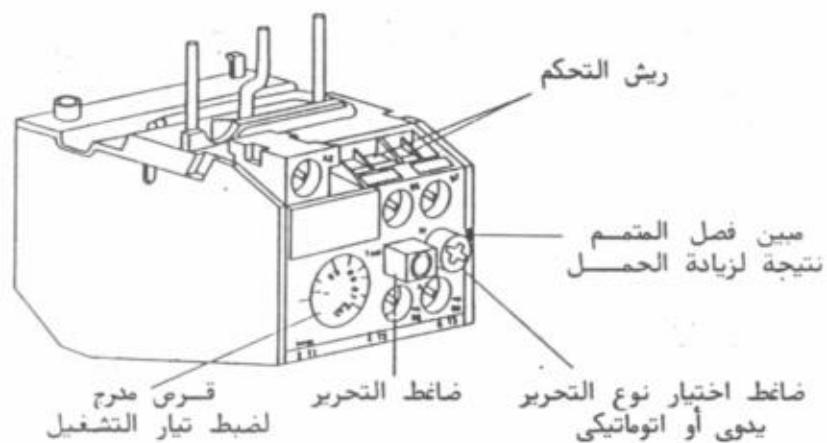
٢ / ٣ - المتممات الحرارية Thermal O. L'S

تستخدم المتممات الحرارية لحماية المحركات الكهربائية من زيادة الحمل، وتثبت المتممات الحرارية أسفل الكونتاكتورات، كما توصل معها كهربائياً. والشكل (٣ - ٤) يعرض شكلان توضيحيان يبين كيفية تثبيت متمم حراري مع كونتاكتور (الشكل أ). أما الشكل بـ() فيعرض مخططًا توضيحيًا لكونتاكتور مع متمم حراري بعد التثبيت.



الشكل (٤ - ٣)

والشكل (٢ - ٥) يعرض مخططًا توضيحيًا لتمم حراري من إنتاج شركة Siemens الألمانية.

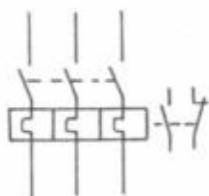


الشكل (٣ - ٣)

حيث إن:

- 1 ريش التحكم
- 2 مبين فصل المتمم نتيجة لزيادة الحمل
- 3 ضاغط اختيار نوع التحرير (يدوى - ذاتى)
- 4 ضاغط تحرير المتمم الحراري
- 5 قرص مدرج لضبط تيار الفصل

وفيما يلى رمز كونتاكتور موصىل مع متمم حرارى (المانى - عالمى) :



٣ / ٣ - المؤقتات الزمنية Timers

يوجد أنواع مختلفة من المؤقتات الزمنية مثل: المؤقتات الالكترونية - المؤقتات ذات الحرك - المؤقتات الهوائية .

وسوف نتناول في هذه الفقرة المؤقتات الالكترونية فقط، وتنقسم بدورها إلى عدة أنواع أهمها :

١- المؤقت الزمني الذي يؤخر عند التوصيل On delay Timer . فعند اكتمال مسار التيار للف المؤقت ينعكس وضع ريش تلامس المؤقت بعد تأخير زمني مقداره أ ، فتصبح ريش المؤقت المفتوحة طبيعياً NO مغلقة، وريش المؤقت المغلقة طبيعياً NC مفتوحة . ومجدد انقطاع مسار التيار للف المؤقت تعود ريش المؤقت لوضعها الطبيعي .

٢- المؤقت الزمني الذي يؤخر عند الفصل OFF delay Timer . فعند توصيل ملف

المؤقت بالمصدر الكهربائي تعكس أوضاع ريش المؤقت في الحال، ولكن عند انقطاع مسار التيار الكهربائي لملف المؤقت وبعد تأخير زمني لا تعود ريش المؤقت الزمني لوضعها الطبيعي.

والشكل (٣ - ٦) يعرض المسقط الرأسى للمؤقت زمنى الكترونى من صناعة شركة Merlin gerin. الفرنسية

حيث إن :



نقطة ضبط زمن المؤقت

نقطة معايرة معامل الزمن

موحد مشع أخضر يضيء عند انعكاس ريش المؤقت

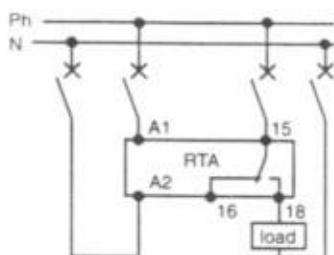
فلضبط المؤقت عند زمن سبع ثوانى 7S مثلا، توضع

نقطة المعايرة 1 على الوضع 10S ، وتوضع نقطة المعايرة 2 على الوضع 7 .

الشكل (٣ - ٦)

أما الأطراف A1 و A2 فهى أطراف ملف المؤقت والأطراف (15- 16- 18) لريشة قلاب .

والشكل (٣ - ٧) يبين طريقة توصيل المؤقت الزمنى مع المصدر الكهربائى وكذا مع الحمل . Load



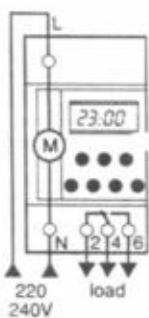
الشكل (٧ - ٣)

وفيما يلى رمز مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل (1)، ورمز مؤقت زمنى يؤخر عند الفصل 2 .



مؤقت يؤخر عند الفصل مؤقت يؤخر عند التوصيل

٣- المؤقتات الزمنية المبرمجة Programmable Times، وتستخدم هذه المؤقتات للتحكم في وصل وفصل دائرة كهربائية خلال ساعة معينة في يوم معين كل أسبوع أو كل شهر أو كل سنة. ويستخدم هذا النوع من المؤقتات في تشغيل ماكينات дизيل لوحدات التوليد خلال وقت معين كل أسبوع من أجل الحفاظ على ماكينات дизيل.



الشكل (٨ - ٣)

والشكل (٣ - ٨) يعرض مخطط توصيل مؤقت زمني مزود بمحرك تزامنی داخلی M من إنتاج شركة Merlin Gerin الفرنسية، ويعمل عند جهد 220/240V عند تردد 50/60HZ، ويمكن برمجته بعدد من مواضع التشغيل تصل إلى 42 مواضعاً خلال دورة التشغيل التي تصل إلى أسبوع.

٤ / ٣ - الضواغط والمفاتيح Push buttons & Switches

يستخدم العديد من الضواغط مع وحدات التوليد العاملة بماكينات дизيل مثل:

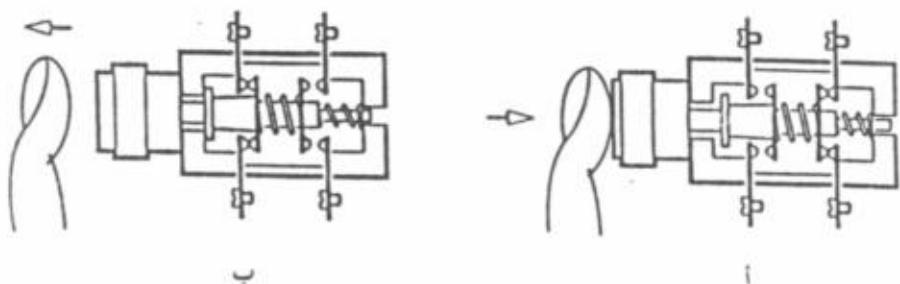
- | | |
|----------------------|-------------------------|
| . Lamp test Button | ١ - ضاغط اختبار اللمبات |
| . Emergency Button | ٢ - ضاغط الطوارئ |
| . Reset Push Button | ٣ - ضاغط تحرير المشكلة |
| . Accept Push Button | ٤ - ضاغط معرفة المشكلة |
| . On Push Button | ٥ - ضاغط التشغيل اليدوى |

. OFF Push Button

٦ - ضاغط الإيقاف اليدوى

وعادة يكون الضاغط مزود بريشة مفتوحة NO وإخرى مغلقة NC.

والشكل (٩ - ٣) يعرض ضاغط مزود بريشة مفتوحة NO، وأخرى مغلقة NC أثناء الضغط اليدوى عليه (الشكل أ)، وأنباء إزالة الضغط عنه (الشكل ب).



الشكل (٩ - ٣)

ويلاحظ أنه عند الضغط على الضاغط تتغير حالة ريش الضاغط فتغلق الريشة المفتوحة، وتفتح الريشة المغلقة، وب مجرد إزالة الضغط عن الضاغط تعود ريش الضاغط لوضعها الطبيعي .

أما المفاتيح المستخدمة مع وحدات التوليد العاملة بماكينات дизيل فيوجد منها نوعان وهما :

١ - مفتاح انضغاطي يشبه الضاغط، ولكن يكون له وضعان، فعند الضغط عليه تتغير حالة ريشه، وتظل ريشه في حالة تغير إلى أن يتم الضغط عليه مرة أخرى فتعود ريشه لوضعها الطبيعي .

٢ - مفتاح بمفتاح قفل Key وهو يشبه الضاغط، ولكن يتغير وضع ريشه وذلك بمفتاح القفل .

٣ - مفتاح بيد دوارة Rotary handle ويكون له عدة أوضاع وعدد هذه الأوضاع مختلف من مفتاح آخر تبعاً لوظيفة المفتاح، فمفتاح التحكم في طريقة

التشغيل (Aut - Man - Off) يكون له ثلاثة أوضاع، ومفتاح اختيار الامبير Ammeter selector switch يكون له أربعة أوضاع (L₁-L₂-L₃-0)، ومفتاح اختيار الفولتميتر Voltmeter selector switch يكون له ستة أوضاع وهم: (L₁L₂ - L₁L₃ - L₂L₃-L₁N - L₂N - L₃N) ومفتاح اختيار الامبير

والفولتميتر يكون له سبعة أوضاع وهم:

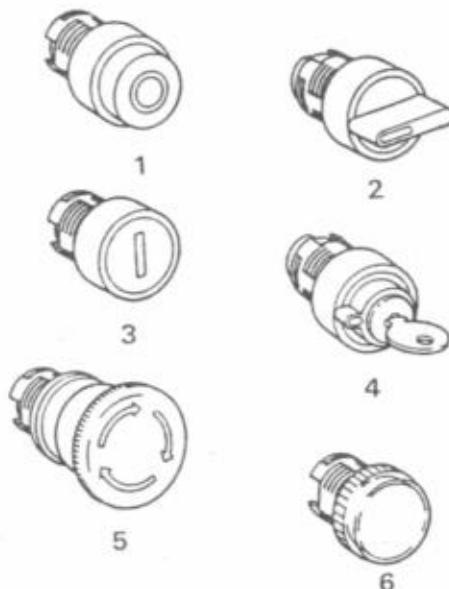
(L₁L₂ - L₁L₃ - L₂L₃ - ϕ₁- ϕ₂- ϕ₃) والشكل (٣ - ١٠) يعرض الرموز العالمية والألمانية لعدة نماذج مختلفة من الضواغط والمفاتيح، وكذلك رمز لمبة بيان.



الشكل (٣ - ١٠)

والجدير بالذكر أن لون ضاغط الإيقاف عادة أحمر، وضاغط التشغيل لونه أخضر، وضاغط الطوارئ لونه أحمر، لكنه عند الضغط عليه يحدث له إمساك في وضع الانضغاط ولا يعود لوضعه الطبيعي إلا بعد إدارته في اتجاه عقارب الساعة.

والشكل (٣ - ١١) يعرض رءوس كل من ضاغط إيقاف (١)، ومفتاح بيد دوارة (٢)، وضاغط تشغيل (٣) ومفتاح بفتح قفل (٤)، وضاغط طوارئ (٥)، ولبة بيان (٦).

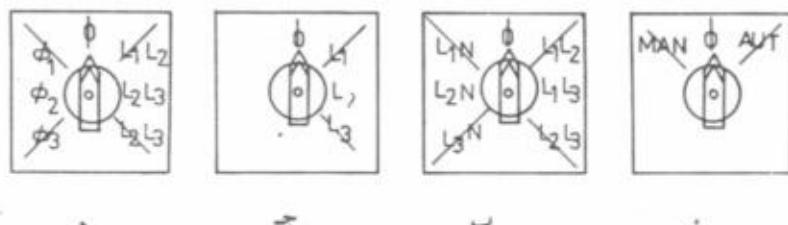


الشكل (١١ - ٣)

والشكل (١٢ - ٣) يعرض المقطع الرأسى لمفتاح وظيفة (Man - O - Aut) وفولتميتر بسبعة اوضاع وهم: (L₃N - L₂N - L₁N - 0 - L₂L₃ - L₁L₃ - L₁L₂) ومفتاح اختيار أميتر بأربعة اوضاع وهم: (L₁L₂)

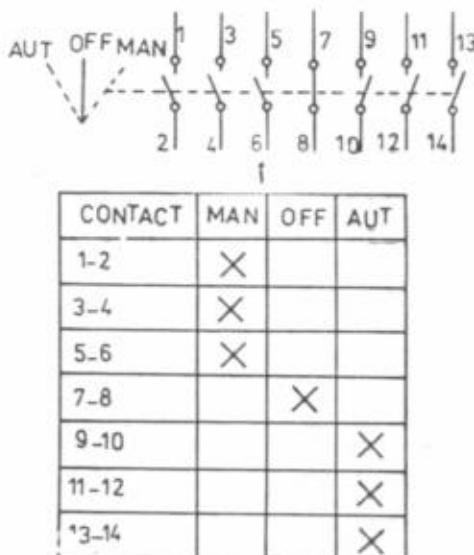
ومفتاح اختيار أميتر بأربعة اوضاع وهم: (0 - L₁ - L₂ - L₃) ومفتاح اختيار أميتر فولتميتر بسبعة اوضاع وهم:

(Φ₁ - Φ₂ - Φ₂ - 0 - L₁ L₂ - L₂L₃ - L₁L₃)



الشكل (١٢ - ٣)

والشكل (٣ - ١٣) يبين ريش أحد أنواع مفاتيح الوظيفة (الشكل ا)، وجدول الوظيفة (الشكل ب). علماً بأن X تعني غلق الريشة، وبدون تعنى فتح الريشة. ففي وضع Man تكون الريش 6 - 2, 3 - 4, 5 - 1 مغلقة، وفي وضع OFF تكون الريشة 8 - 7 مغلقة وفي وضع Aut تكون الريش 10 - 12, 9 - 11 - 13 مغلقة.



ب

الشكل (٣ - ١٣)

والشكل (٣ - ١٤) يبين ريش مفتاح اختيار أميتروفولتميتر (الشكل ا) وجدول الوظيفة له (الشكل ب).

حيث إن :

الريشة مغلقة.

الريشة مفتوحة.

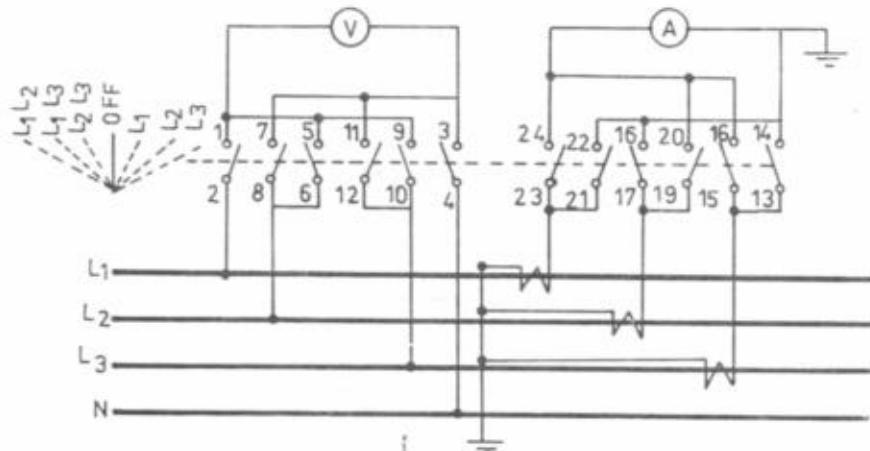
الريشة مغلقة في وضعين متتاليين، وتصبح الريشة مفتوحة عند الانتقال من الوضع الأول للثاني.

الريشة مغلقة في وضعين متتاليين مع بقائهما مغلقة أثناء الانتقال.

الريشة مفتوحة وتغلق متأخرًا عند الانتقال للوضع الثاني.

الريشة مغلقة وتفتح متأخرًا عند الانتقال للوضع الثاني.

الريشة مغلقة عند الوضع الانتقالى فقط.



CONTACT	$L_1 L_2$	$L_1 L_3$	$L_2 L_3$	OFF	L_1	L_2	L_3
1-2	X	X					
7-8	X						
5-6			X				
11-12			X	X			
9-10							
3-4							
24-23					X	X	
22-21					X	X	
16-17					X	X	
20-19					X	X	
16-15					X	X	
14-13					X	X	

ب

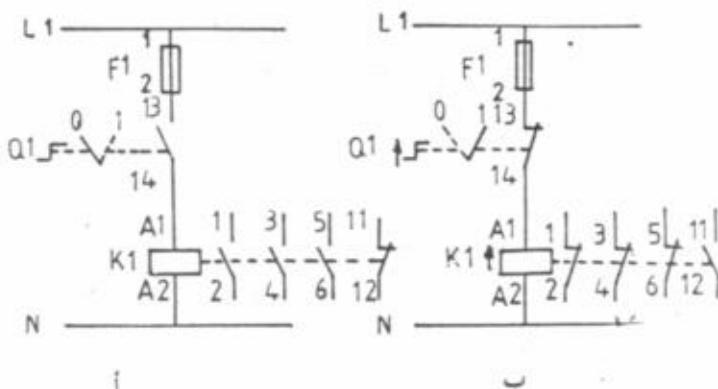
الشكل (٣ - ١٤)

٥ / ٣ - نظرية تشغيل الكونتاكتور أو الريلاي الكهرومغناطيسي

يمكن تشغيل الكونتاكتور أو الريلاي بمفتاح له وضعى تشغيل أو بضاغط تشغيل يدوى، ولكل طريقة تشغيل خصائص ستتضح في الفقرات التالية.

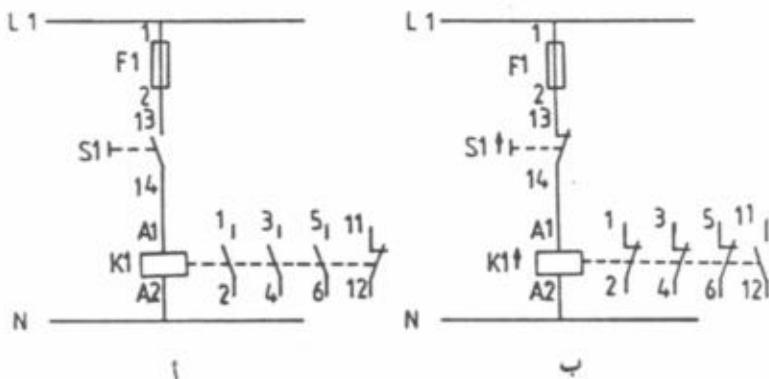
١ / ٥ - التشغيل والفصل بمفتاح تشغيل له وضعى تشغيل

الشكل (١٥ - ٣) يعرض دائرة تحكم تحتوى على ملف الكونتاكتور K1 وفتح المفتاح Q1، ومصهر الحماية F1. (فالشكل أ) يعرض دائرة التحكم في الحالة المعتادة وذلك في حالة وضع المفتاح Q1 على وضع 0. بينما (الشكل ب) يعرض دائرة التحكم عندما يكون المفتاح Q1 على وضع 1، وفي هذا الوضع فإن ريشة المفتاح Q1 المفتوحة ستتصبح مغلقة، وبالتالي يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1، فتتمنفط وينجذب الشق المتحرك للقلب المغناطيسي تجاه الشق الثابت، ويتغير وضع ريش التلامس للكونتاكتور، ويقال إن الكونتاكتور في حالة تشغيل وتتصبح الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور مغلقة بدلاً من مفتوحة، ويتغير وضع ريش التحكم للكونتاكتور K1 يظل على هذه الحالة إلى أن يتم إعادة المفتاح Q1 إلى وضع 0، فينقطع مسار التيار لملف الكونتاكتور، وتعود ريش التلامس (الرئيسية - التحكم) لوضعها الطبيعي، ويقال إن الكونتاكتور في حالة OFF.



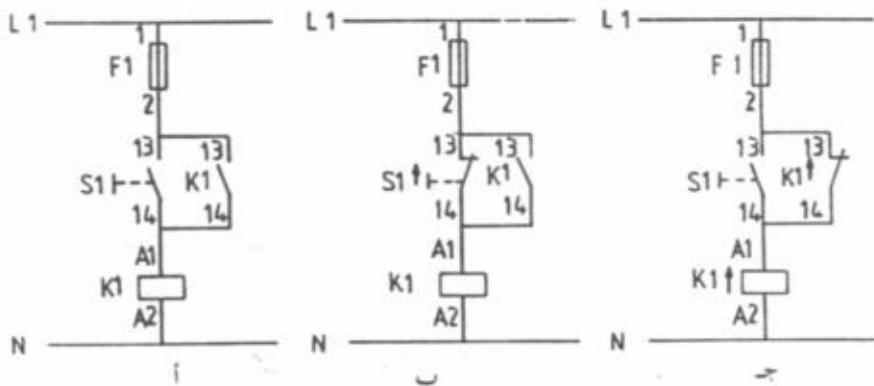
الشكل (١٥ - ٣)

الشكل (٣ - ١٦) يعرض دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K١ باستخدام الضاغط اليدوى S١، (فالشكل ١) يعرض دائرة التحكم فى الحالة الطبيعية، بينما يعرض (الشكل ب) دائرة التحكم عندما يكون الضاغط S١ تحت تأثير ضغط يدوى والفرق بينهما يشبه تماماً الفرق بين الشكل (٣ - ١٥) والشكل (٣ - ١٥ ب)، ولكن مع استمرار الضغط على الضاغط S١.



الشكل (٣ - ٦)

وحتى يمكن التغلب على مشكلة الضغط المستمر على الضاغط S1 للمحافظة على حالة الكونتاكتور K1، في حالة وصل ON يمكن استخدام ريشة تحكم من الكونتاكتور K1، حيث توصل هذه الريشة بالتوايز مع الضاغط S1، كما بالشكل (٣-١٧)، ففي (الشكل ١) دائرة التحكم للكونتاكتور K1: بضاغط تشغيل يدوى K1 ، وريشة إبقاء ذاتي K1 في الحالة الطبيعية (بدون توصيل الكهرباء)، وفي (الشكل ب) دائرة التحكم، ولكن عند توصيل التيار الكهربائى والضغط على الضاغط اليدوى S1 ، وفي (الشكل ج) دائرة التحكم لحظة تحرير الضاغط اليدوى S1، ويتبين من ذلك أن ريشة التحكم K1 عملت على الإبقاء الذاتى لمزور التيار الكهربائى بملف الكونتاكتور بعد إزالة الضغط عن الضاغط S1.



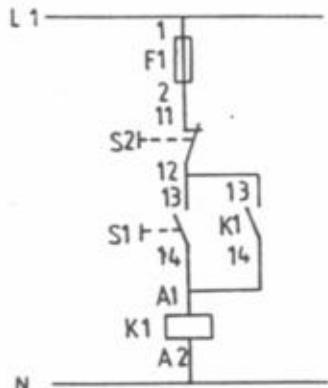
الشكل (١٧ - ٣)

ولكن بهذه الطريقة ظهرت مشكلة وهي عدم إمكانية فصل الكونتاكتور، وللتغلب على هذه المشكلة يضاف ضاغط آخر للإيقاف كما هو موضح بالشكل (١٨ - ٣).

حيث إن :

S1	ضاغط التشغيل
S2	ضاغط الإيقاف

ريشة الإبقاء الذاتي لمسار التيار 14 - 13 / K1 .
وهي أحد ريش التحكم للكونتاكتور K1.



الشكل (١٨ - ٣)

٦ / ٣ - تشغيل وإيقاف محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه

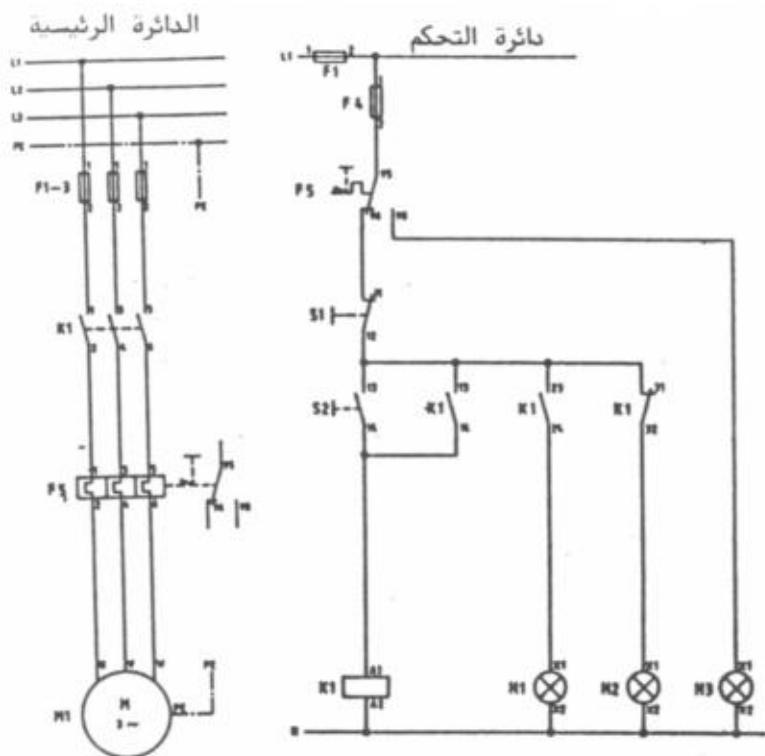
الشكل (٣ - ١٩) يعرض المخطط الكهربى لتشغيل محرك استنتاجي ثلاثي الوجه.

نظريّة التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S_2 للحظة تغلق الريشة 14 - $S_2/31$ ، فيكتمل مسار تيار الكونتاكتور K_1 ، ويعلم الكونتاكتور ويفعل أقطابه الرئيسية الموجودة في الدائرة الرئيسية ويدور المحرك، وكذلك تغلق الريشة 14 - $K_1/13$ الموجودة في دائرة التحكم فيحدث إمساك ذاتي لمسار التيار عندما يزال الضغط عن الضاغط S_1 ، وتضيء اللامبة H_1 نتيجة لغلق الريشة 24 - $K_1/23$. ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط S_1 للحظة، فينقطع مسار تيار ملف الكونتاكتور K_1 ، فتعود الريش الرئيسية والريش المساعدة للكونتاكتور لوضعها الطبيعي ويتوقف المحرك. وبعد إزالة الضغط عن S_1 تعود الريشة 12 - $S_1/11$ مغلقة مرة أخرى فتضيء اللامبة H_3 لتدل على أن المحرك متوقف.

وإذا حدث زيادة في الحمل على المحرك أثناء دورانه، يقوم المتمم الحراري F_5 بعكس حالة ريشة فتصبح الريشة 96 - $F_5/95$ مفتوحة، فينقطع مسار التيار عن K_1 ، وفي نفس الوقت تغلق الريشة 98 - $F_5/95$ فيكتمل مسار التيار لللمبة الخطا H_3 ، وتضيء دلالة على أن المحرك فصل نتيجة لزيادة الحمل عليه.

ولتحرير المتمم الحراري نقوم بالضغط على ضاغط تحريره فتعود الريشة القلاب للمتمم الحراري 98 - 96 - $F_5/95$ لوضعها الطبيعي الموضح بدائرة التحكم.



الشكل (١٩ - ٣)

٣ / ٧ - أجهزة البيان والإندار

يوجد عدة أنواع من أجهزة البيان المستخدمة مع المولدات مثل :

١ - لمبات البيان . Indication Lamps

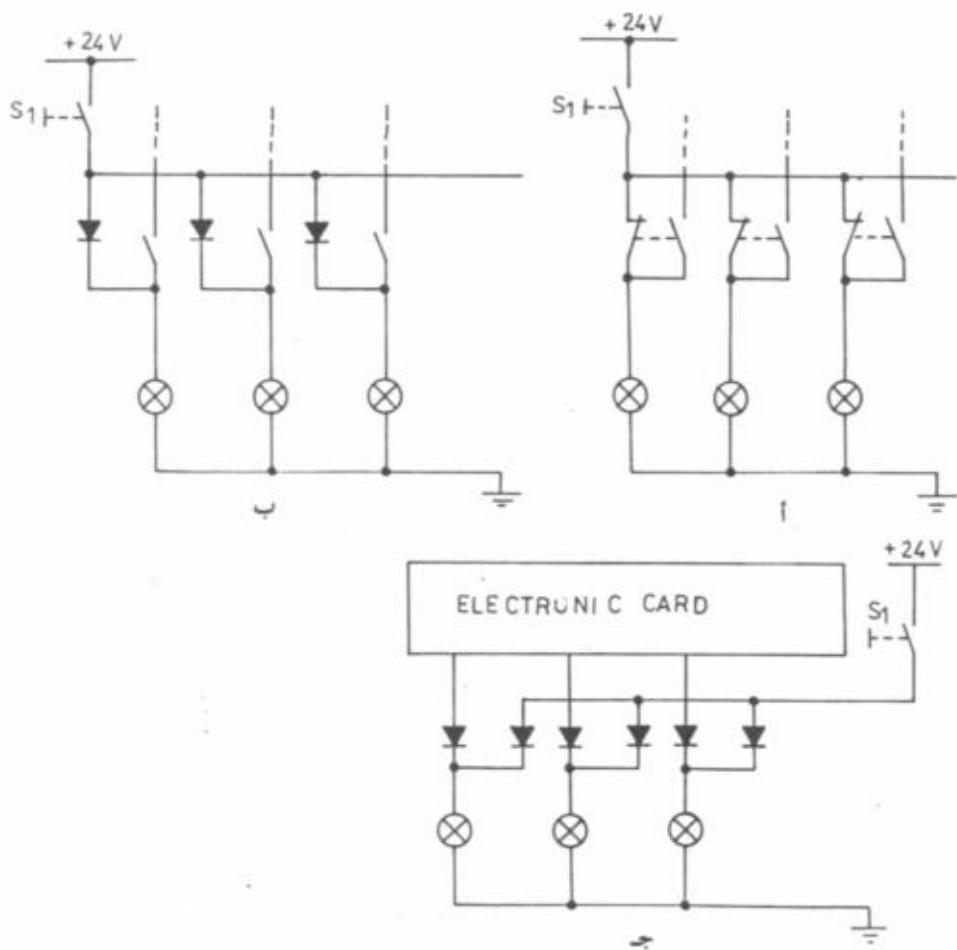
٢ - لمبات الإنذار الدوارة .

٣ - أبواق وسرابين الإنذار . Horns & Sirens

٤ / ٧ - دوائر اختبار لمبات البيان

وعادة تزود وحدات التوليد العاملة بـماكينات дизيل بدواتر اختبار لمبات البيان للتأكد من أن جميع الللمبات صالحة، وذلك من أجل تجنب البيان الكاذب الناجم عن

احتراق أحد اللمبات . والشكل (٢٠ - ٣) يعرض ثلاث دوائر مختلفة تستخدمن لاختبار لمبات البيان .



الشكل (٢٠ - ٣)

ففي (الشكل ١) يتم توصيل ريشة مغلقة وأخرى مفتوحة من الريلاي الذي سيتحكم في تشغيل لمبة البيان ، فعند الضغط على ضاغط اختبار اللمبات S_1 ، يعبر التيار الكهربائي عبر الريش المغلقة ، وبالتالي يكتمل مسار تيار اللمبات السليمة ومن ثم تضيء .

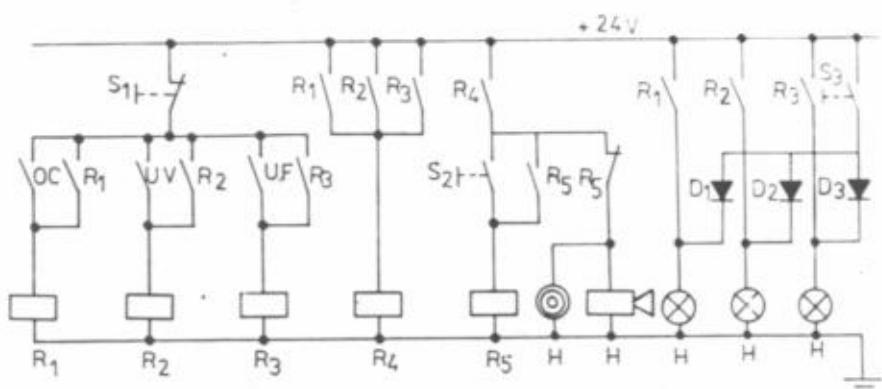
وفي (الشكل ب) يتم توصيل موحد Diode مع كل لمبة بيان، وتوصيل جميع الموحدات مع ضاغط اختبار اللعبات S_1 ، حيث تسمح الموحدات بمرور التيار القادم من ضاغط الاختبار S_1 ، فتفضي لمبات البيان السليمة ولا تسمح الموحدات بالارتداد العكسي للتيار من أحد لمبات البيان المضيئة أثناء التشغيل العادي إلى باقى لمبات البيان.

وفي (الشكل ج) عند الضغط على ضاغط اختبار اللعبات S_1 ، يمر التيار الكهربى عبر ضاغط الاختبار، ثم عبر موحدات الاختبار (الموصلة مع ضاغط الاختبار) فتفضي جميع لمبات البيان السليمة، وتنزع الموحدات الموصولة مع الدائرة الالكترونية Electronic Card ارتداد الجهد إلى الدائرة الالكترونية أثناء الاختبار.

علماً بأنه يجب استبدال لمبات البيان التى لم تفضي أثناء الاختبار بأخرى جديدة.

٢/٧/٣ - دوائر الإنذار الصوتى والضوئى

الشكل (٣ - ٢١) يعرض دائرة إنذار صوتى وضوئى مبسطة لمولد تعمل عند انخفاض الجهد أو التردد، أو زيادة تيار المولد باستخدام لمبات البيان.



الشكل (٣ - ٢١)

حيث إن :

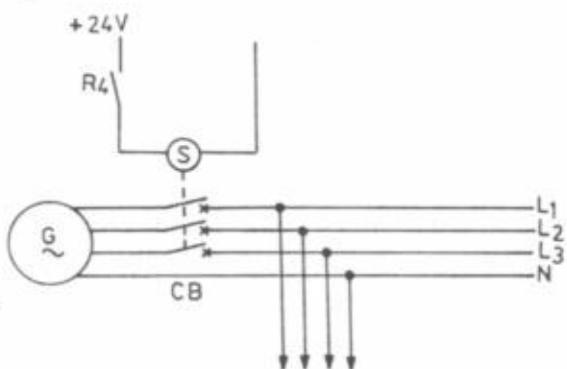
S1	ضاغط التحرير
S2	ضاغط المعرفة
S3	ضاغط اختبار اللمبات
OC	ريشة من ريلاي زيادة التيار
UV	ريشة من ريلاي انخفاض الجهد
UF	ريشة من ريلاي انخفاض التردد
R1	ريلاي إضافي يعمل عند زيادة التيار
D1 - D3	موحدات
R2	ريلاي إضافي يعمل عند انخفاض الجهد
R3	ريلاي إضافي يعمل عند انخفاض التردد
R4	ريلاي الإنذار العام
R5	ريلاي المعرفة
H1	لمبة إشارة وماضية
H2	بوق الإنذار الصوتي
H3	لمبة بيان زيادة التيار
H4	لمبة بيان انخفاض الجهد
H5	لمبة بيان انخفاض التردد

نظريّة التشغيل :

لنفرض أن أحمال المولد قد زادت عن المسموح به، الأمر الذي سيؤدي لزيادة التيار المسحوب من المولد، فيعمل ريلاي زيادة التيار OC، فيغلق ريشته المفتوحة، ومن ثم يعمل الريلاي الإضافي R1، فيغلق ريشته المفتوحة الموصولة مع ملف

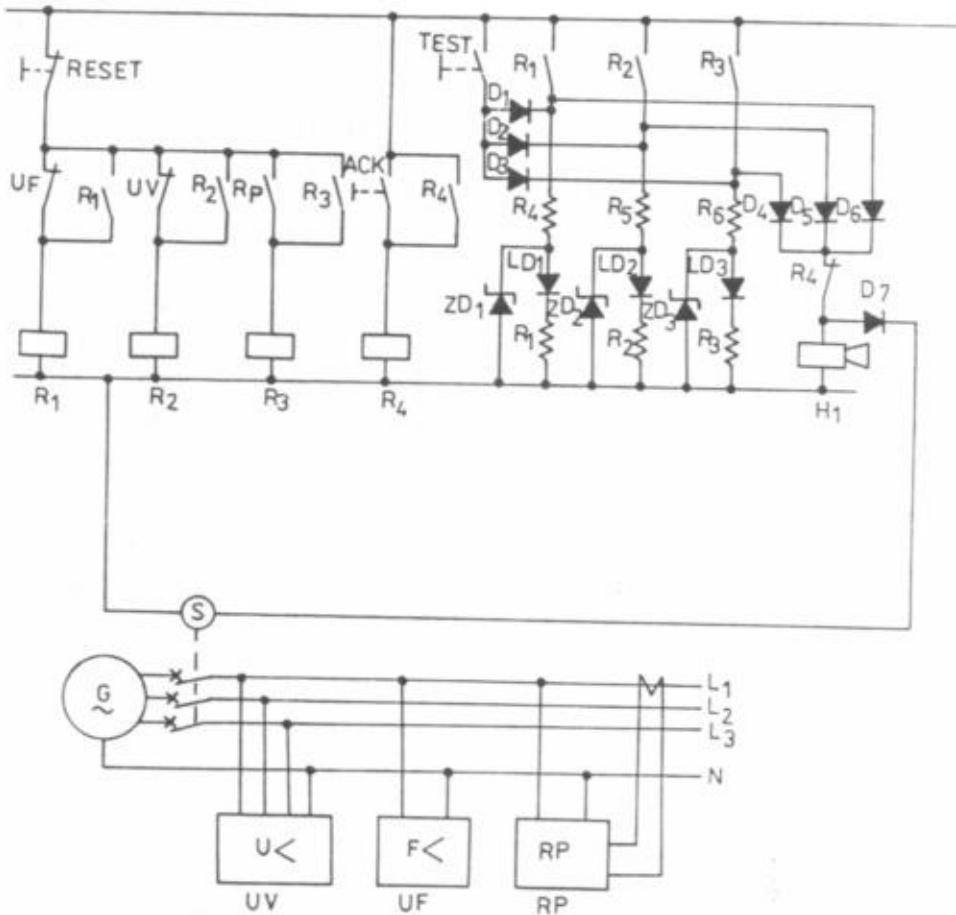
الريلاي R_4 فيكتمل مسار التيار للريلاي R_4 ، ويعمل ويفغلق ريشته المفتوحة طبيعياً والموصولة مع H_1, H_2 فتفضي لمبة الإشارة الوماضية H_1 ، وكذلك يعمل البوق H_2 فينتبه المشغل ويضغط على ضاغط المعرفة S_2 فيعمل ريلاي المعرفة R_5 ويفتح ريشته المغلقة طبيعياً والموصولة مع H_1, H_2 ، فيسكت البوق وتتنطفى لمبة الإشارة الوماضية، وعندما يدقق المشغل في لوحة التحكم لوحدة التوليد سيجد أن لمبة البيان H_3 مضيئة، فيعرف أن سبب هذا الإنذار هو زيادة الحمل على المولد فيبحث عن سبب المشكلة، وبعد إزالة أسباب المشكلة يقوم المشغل بالضغط على ضاغط التحرير S_1 فينقطع مسار تيار الريلاي الإضافي R_1 ، وتعود الدائرة لوضعها الطبيعي، وتتنطفى لمبة البيان H_3 وهكذا مع باقي الأخطاء (انخفاض الجهد والتردد).

والشكل (٢٢ - ٣) يبين دائرة فصل أطراف المولد عن الحمل عند عمل ريلاي الخطأ العام R_4 بواسطة موديول فصل التوازي للقطاع (S). Shunt module (S).



الشكل (٢٢ - ٣)

والشكل (٢٢ - ٤) يعرض دائرة إنذار صوتي وضوئي مبسطة لمولد تعمل عند انخفاض الجهد أو التردد أو زيادة التيار باستخدام موحدات باعثة للضوء.



الشكل (٢٣ - ٣)

والجدير بالذكر أن بعض الشركات تصمم هذه الدائرة باستخدام موديول إنذار Alarm module يتالف من R_1, R_2, R_3 ، وموديول اختبار الموحدات المشعة LED module، ويتألف من $[R_1 - R_6, ZD_1 - ZD_3, LD_1 - LD_3, D_1 - D_6]$ ، وموديول إسكات البوق Alarm silence module ويتألف من الريلاي الكهرومغناطيسي R_4 .

نظريّة عمل الدائرة:

لنفرض أن تردد المولد انخفض، في هذه الحالة يعمل ريلاي انخفاض التردد UF على إعادة ريشته المغلقة لحالتها الطبيعية، فيعمل الريلاي R3، ومن ثم يغلق ريشة الإبقاء الذاتي الخاصة به، ويظل هذا الريلاي يعمل حتى ولو عادت الريشة مفتوحة مرة أخرى، ويغلق الريلاي R3 ريشته المفتوحة الموصولة مع الموحد المشع LD3، فيضيء وفي نفس الوقت يصل جهد عبر D4 للبوق H1 فيصدر البوّق صوت الإنذار الصوتي، وتصل إشارة فصل Trip للقاطع الرئيسي للمولد، ومن ثم تنفصل الأحمال عن المولد، وعند قيام أحد المشغلين بالضغط على ضاغط إسكات البوّق Ack، يعمل الريلاي R4، ومن ثم يغلق ريشة الإبقاء الذاتي الخاصة به، ويفتح الريشة المغلقة R4 الموصولة مع البوّق R4، فيسكت البوّق، ولكن يظل الموحد المشع LD3 والدال على انخفاض التردد مضيفاً، وبعد إزالة سبب المشكلة يمكن للمشغل الضغط على ضاغط تحرير الإنذار Reset، فينقطع مسار تيار الريلاي R3، ومن ثم ينطفئ الموحد المشع LD3 وتعود الدائرة للحالة الطبيعية.

وبنفس الطريقة يمكن تتبع عمل الدائرة عند انخفاض الجهد، أو انعكاس القدرة على المولد؛ علمًا بأن UV هو ريلاي انخفاض الجهد، أما الريلاي RP هو ريلاي انعكاس القدرة.

الباب الرابع

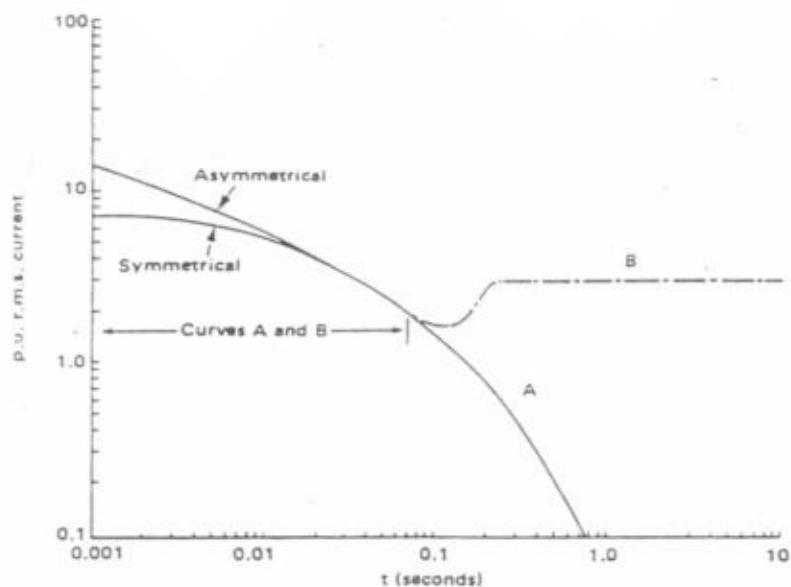
أجهزة حماية المولدات التزامنية

أجهزة حماية المولدات التزامنية

٤ / مقدمة

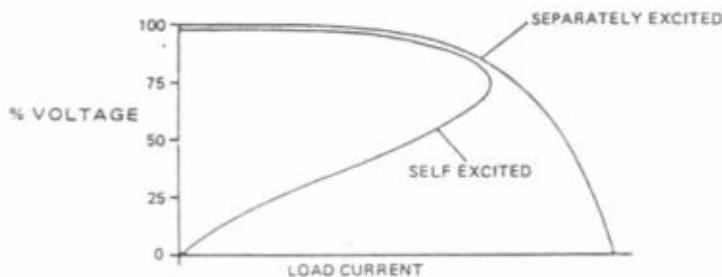
قبل أن نتعرض لأجهزة الحماية الالزمة للمولدات التزامنية، يجب أولاً أن نتناول العوامل المؤثرة على شدة تيارات القصر. فتيار القصر يعتمد على معاوقة المولد ونوعية نظام تغذية مجال المولد، وكذلك على معاوقة الدائرة بين مكان الخطأ والمولد.

والمجدير بالذكر أنه في الآونة الأخيرة روعى أن يكون المولد ذا عزل جيد، وأن يكون للمولد خواص تحمل جيدة (انخفاض ضئيل في الجهد عند زيادة الأحمال) مع أقل سعر، الأمر الذي أدى إلى تقليل الخامات المستخدمة في صناعة المولد مثل: الحديد والنحاس لكل KVA من سعة المولد؛ ونتيجة لذلك ارتفعت معاوقة المولدات عن ذي قبل، وبالتالي عند تعرض المولد لقصر على أطرافه سيقل تيار القصر، وهذا سيجعل عملية اختيار القاطع المناسب في غاية الصعوبة. والشكل (٤ - ٤) يبين العلاقة بين تيار القصر والزمن عند حدوث قصر متماثل (قصر للثلاثة أوجه Symmetrical ، وكذلك عند حدوث قصر غير متماثل (بين وجه أو وجهين مع خط التعادل Asymmetrical)، وذلك للمولدات ذاتية التغذية (A)، والمولدات المنفصلة التغذية (B) ويلاحظ أن تيار القصر يساوي 7 مرات من تيار التشغيل العادي عند القصر المتماثل، في حين يساوي أكثر من 15 مرة عند القصر غير المتماثل، ويلاحظ أن تيار القصر في المولدات الذاتية التغذية يتضاعل ذاتياً بمرور الزمن، لذلك فإنه لا حاجة لأنظمة حماية خاصة لهذه المولدات. وعادة تكون هذه المولدات مزودة بنظام لتغذية المجال قادرًا على إمداد المجال بتيار إثارة كافٍ للوصول بتيار الحمل إلى 2.5 مرة من تيار الحمل الكامل عند معامل قدرة صفرًا.



الشكل (٤ - ١)

والشكل (٤ - ٢) يعرض العلاقة بين جهد أطراف المولد وتيار الحمل لمولد بـأثارة ذاتية Self Excited ، وآخر بـأثارة منفصلة Separately Excited



الشكل (٤ - ٢)

والمجدير بالذكر أن المولدات الذاتية الإثارة ينخفض تيار الحمل لها عند وصوله إلى

2.5 مرة من تيار الحمل الكامل، ويقل الجهد على أطراف المولد وصولاً لتيار قصر يساوى صفرأً.

في حين أن المولدات المنفصلة الإثارة تتحمل تيار زيادة الحمل من 3:4 مرة من الحمل الكامل، لذلك فإن المولدات المنفصلة الإثارة أفضل من حيث سهولة تحديد مكان القصر وفصله، كما أن هذه المولدات لها خواص أفضل مع المحرّكات التي لها تيار بدء كبير.

٤ / ٢ - قواطع الدائرة المصغرة

تستخدم قواطع الدائرة في وصل وفصل الدوائر الكهربائية سواء في الأحوال العادية أو حالات الخطأ، والفرق بين قاطع الدائرة والمفتاح هو أن المفتاح يقوم بوصل وفصل الدائرة يدوياً في الحالات العادية. أما قاطع الدائرة فيقوم بوصل وفصل الدائرة يدوياً في الحالات العادية، ويقوم بفصل الدائرة ذاتياً عند حدوث أخطاء بالدائرة مثل: القصر أو زيادة الحمل.

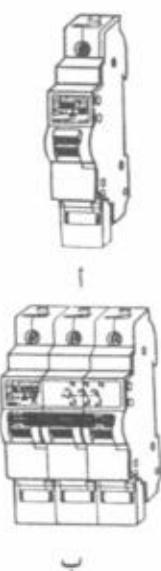
مميزات قواطع الدائرة:

١ - زمن الفصل قصير جداً عند حدوث قصر في الدائرة.

٢ - يمكن إعادة التنشيط وذلك بإعادتها يدوياً لوضع ON بعد إزالة أسباب الخطأ.

٣ - يمكن استخدامها كمفتاح رئيسي في الدائرة.

٤ - يمكن فصلها يدوياً أثناء عمل الاحمال بدون خوف من حدوث شرارة. وتصنع هذه القواطع بعدد مختلف من الأقطاب، فمنها ما هو بقطب واحد 1pole، وآخر بقطبيين 2Pole، وآخر بثلاثة أقطاب 3Pole، وآخر باربعة أقطاب 4Pole. والشكل (٤ - ٣) يعرض نموذجين لقواطع دائرة مصغرة قطب واحد (الشكل أ)، وثلاثة أقطاب (الشكل ب).

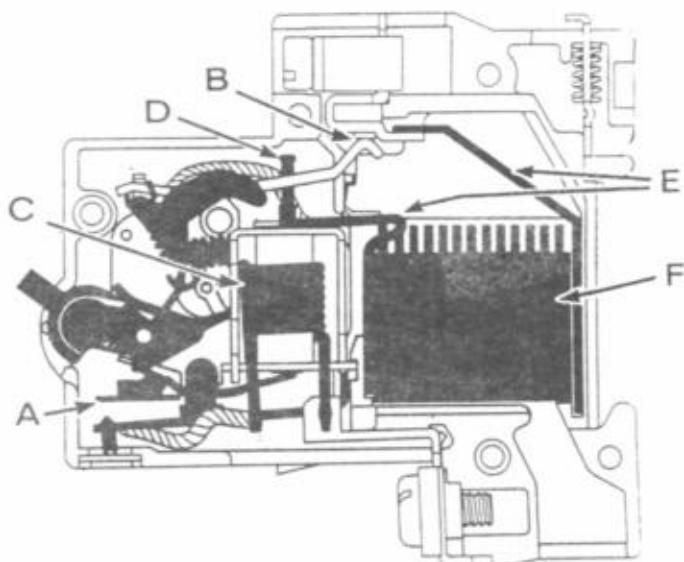


والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة المصغرة تحتوى على عنصر الشكل (٤ - ٣)

فصل حراري لحماية الدائرة من زيادة الحمل، وعنصر فصل مغناطيسي لحماية الدائرة من القصر؛ لذلك فهي مناسبة للحماية من القصر وزيادة الحمل. علماً بأن القصر ينبع عن اتصال مباشر بين وجهين أو أكثر، أو وجه وخط الت العادل، أو وجه وخط الوقاية. أما زيادة الحمل فينبع من زيادة الحمل على أحmal المركبات، وعادة فإن تيار الدائرة يزداد عدة مرات أثناء القصر قد تصل إلى 100 مرة، في حين يزداد التيار بحد أقصى مرتين من التيار المقنن عند زيادة الحمل.

والشكل (٤ - ٤) يعرض قطاعاً داخلياً في قاطع دائرة مصغر من إنتاج شركة

. (MEM Ltd.)



الشكل (٤ - ٤)

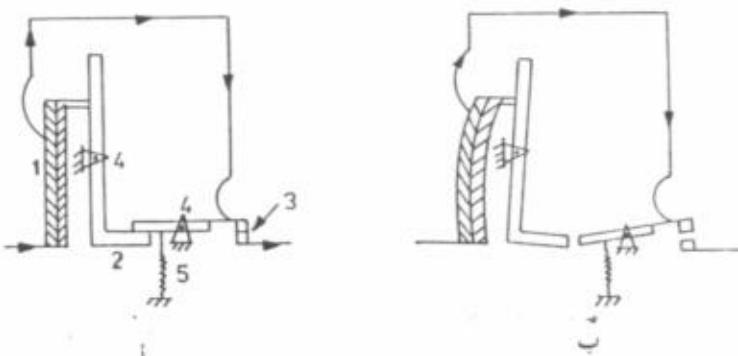
حيث إن:

A عنصر الفصل الحراري

B نقاط التلامس

- C عنصر الفصل المغناطيسي
 D خابور فتح ريش التلامس لعنصر الفصل المغناطيسي
 E مسارات الشارة
 F غرفة إطفاء الشارة

ويتكون عنصر الفصل الحراري التقليدي من شريحة ثنائية المعدن مكونة من معدنين لهما معامل تمدد حراري مختلف، وعند مرور تيار أكبر من تيار الحمل المقنن في هذه الشريحة تثنى هذه الشريحة، فيحدث فصل للقاطع ويختلف زمن الانثناء الكامل لهذه الشريحة باختلاف شدة التيار المار، فكلما زاد التيار قل الزمن والعكس بالعكس. والشكل (٤ - ٥) يبين طريقة عمل عنصر الفصل الحراري . (فالشكل ١) لعنصر فصل حراري في الوضع الطبيعي (والشكل ب) لعنصر فصل حراري لحظة مرور تيار كبير.



الشكل (٤ - ٥)

حيث إن :

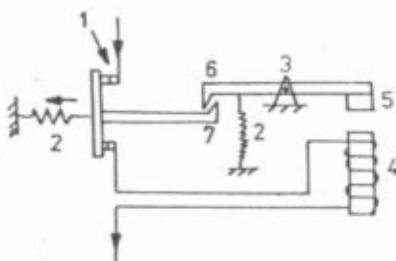
4	محور ارتكاز	1	شريحة ثنائية المعدن
5	بیاى	2	سقاطة
		3	نقاط التلامس

اما عنصر الفصل المغناطيسي فيعمل على توفير الوقاية من تيارات القصر،

ويتكون من ملف كهربائي له قلب حديدي يعمل كرافعة آلية الفصل المغناطيسي، فعندما يزداد التيار المار في الملف الكهربائي ليصل إلى حد معين، يتحرك القلب المغناطيسي ليجذب آلية الفصل مسبباً فصل القاطع في زمن يتراوح ما بين (10:30nS)، وذلك في حالة عناصر الفصل المغناطيسية الفورية. والشكل (٤ - ٦) يبين تركيب عنصر الفصل المغناطيسي بصورة مبسطة.

حيث إن:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1 | نقاط التلامس للقاطع |
| 2 | بای |
| 3 | مفصل |
| 4 | الملف الكهربائي والقلب المغناطيسي |
| 5 | رافعة |
| 6 | سقاطة |

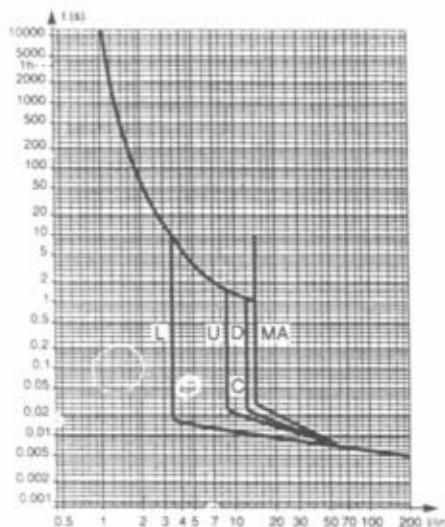


الشكل (٤ - ٦)

٤ / ٢ - خواص قواطع الدائرة المصغرة

يوجد لقواطع الدائرة المصغرة والتي تيارها المقنن أقل من أو يساوى 100A من حيثيات خواص مختلفة تبعاً للمواصفات العالمية IEC157.1 مبينة بالشكل

(٤ - ٧) وهذه الخواص خاصة بقواطع منتجة بشركة Merlin Gerin الفرنسية طراز Multi 9 mcb's وهم كما يلى :



الشكل (٤ - ٧)

خواص L: وهى مناسبة لحماية المولدات والأشخاص والكابلات الطويلة فى أنظمة (TN,IT) وهى تتحقق العلاقة التالية :

$$Im = (2.6: 3.85) In$$

حيث إن :

تيار الفصل المغناطيسي

التيار المقنن للقاطع

خواص U: وهى للقواطع المستخدمة لحماية الأحمال التى تغذي الأحمال العادية حيث إن :

$$Im = (5.5: 8.8) In$$

خواص D: وهى للدواجن المستخدمة لحماية الكابلات التى تغذي الأحمال ذات تيارات البدء العالية .

حيث إن :

$$Im = (10 : 14) In$$

خواص MA: وهى للدواجن المستخدمة لحماية الحركات وهى غير مزودة بحماية حرارية، فى حين تكون مزودة بحماية مغناطيسية ثابتة ويكون

$$Im = 12.5 In$$

خواص C: وهي خاصة بقواطع تستخدم في حماية الكابلات التي تغذى الأحمال العادية ، وفيما يلى العلاقة بين تيار الفصل المغناطيسي والتيار المقنن لهذه القواطع:

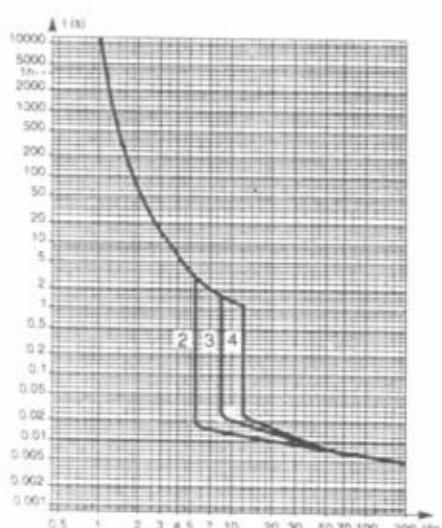
$$Im = (7: 10) In$$

والجدير بالذكر أن خواص قواطع الدائرة المصغرة الخاضعة للمواصفات العالمية الجديدة IEC 947.2 لا تختلف عن السابقة إلا في رموزها.

فالخواص B الجديدة تقابل الخواص L القديمة، والخواص C الجديدة تقابل الخواص U القديمة، والخواص D والخواص MA الجديدة لا تختلف عن مثيلتها القديمة. والشكل (٤ - ٨) يعرض ثلاثة خواص للكواطع المصغرة والتي تيارها المقنن أقل من أو يساوي 100A تبعاً للمواصفات الإنجليزية والمصنعة بشركة Merlin Gerin الفرنسية وهم كما يلى:

خواص (Type2): وتستخدم في حماية الكابلات التي تغذى الأحمال العادية وهي مزودة بحماية ضد زيادة الحمل والقصر حيث إن:

$$Im = (4:7) In$$



الشكل (٤ - ٨)

خواص (Type3): وتستخدم في حماية الكابلات التي تغذى الأحمال التي لها تيارات بدء عالية وهي مزودة بخواص حرارية ومغناطيسية حيث إن:

$$Im = (7:10) In$$

خواص (Type4): وهي لقواطع تستخدم لحماية كابلات تغذية الأحمال ذات تيارات البدء العالية جداً ولها خواص حرارية ومغناطيسية حيث إن:

$$Im = (10: 14) In$$

٤ / ٣ - قواطع الجهد المنخفض LVCB'S

تعمل قواطع الجهد المنخفض على توفير الوقاية من زيادة الحمل والقصر والتسلب الأرضي، وانخفاض الجهد وذلك لاحمال الجهد المنخفض، ويمكن تقسيم هذه القواطع تبعاً لتركيبها إلى:

١- قواطع الدائرة المقوولة Moulded Case C.B'S

وتكون هذه القواطع متكاملة Compact ومغلفة بغلاف بلاستيكي.

وعادة فإن هذه القواطع غير قابلة للفك، ولا يمكن صيانتها واستبدال ريش تلامسها عند التلف، بل تستبدل كلياً وتبارات هذه القواطع تكون عادة أكبر من 100A، وتصل مقنناتها إلى 4000A، وسعة قطعها (تيار القصر الأقصى الذي يمكن فصله) تصل إلى 170KA، علماً بأن هذه القيم تتغير يوماً بعد يوم نتيجة للتطور التكنولوجي في صناعة هذه القواطع.

٢- قواطع الدائرة المفتوحة Open - type CB'S

وتكون هذه القواطع من مجموعة من المودولات Modules يمكن استبدالها في أي وقت، كما أن هذه القواطع معدة لصيانتها، وتغيير ريش تلامسها، وتصل التبارات المقنية لهذه القواطع إلى 5000A ، وسعة قطعها تصل إلى 250KA؛ علماً بأن هذه القيم قابلة للتغير مع التطور التكنولوجي.

ويمكن تقسيم قواطع الجهد المنخفض تبعاً لنظام التشغيل إلى:

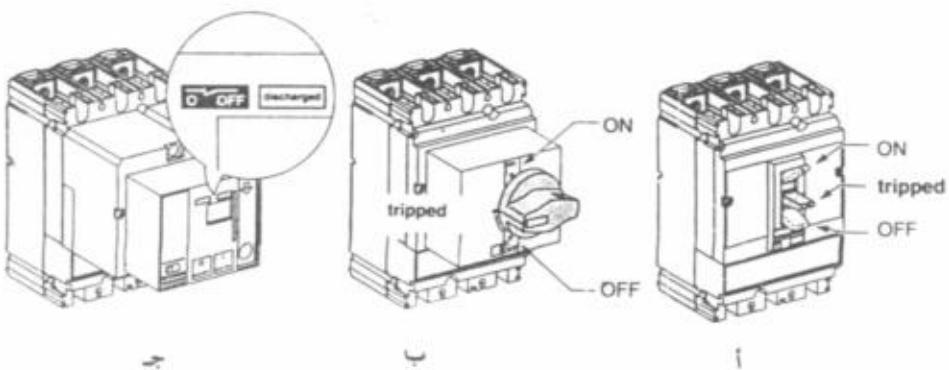
١- قواطع تعمل بنظام يدوى للغلق والفتح بدون وحدة تخزين للطاقة مثل: القواطع المقوولة العادية، حيث تزود بذراع تشغيل قلاب Toggle، أو بذراع تشغيل دوارة Rotary .

٢- قواطع مزودة بذراع يدوية لشحن يائى الغلق، حيث يتم شحن يائى الغلق بتحريك الذراع حركة ترددية، وبعد شحن اليائى والضغط على ضاغط الغلق close يغلق القاطع، وعادة تزود هذه القواطع بنظام ربط ميكانيكى لمنع تشغيل قاطع الفتح Open ، والغلق Close فى لحظة واحدة.

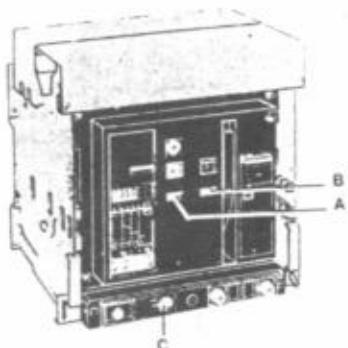
٣- قواطع بنظام شحن يدوى وكهربائى للطاقة يعمل على شحن يائى الغلق كهربائياً

بواسطة ملف أو ملفين كهربئيين، ويعمل على شحن باتجاه الغلق يدوياً بواسطة ذراع يدوي كالنوع السابق، وتوجد أنواع من هذه القواطع تستخدم محرك كهربائي في الشحن الكهربائي لباب الغلق. والشكل (٤ - ٩) يعرض ثلاثة أنواع من القواطع المقبولة المصنوعة بشركة Merlin Gerin الفرنسية.

(الفشل ١) لقاطع بذراع تشغيل قلاب Toggle . و (الشكل ب) لقاطع بذراع تشغيل دوارة Rotary . و (الشكل ج) لقاطع يعمل بمحرك.



(٤ - ٩) الشكل



الشكل (٤ - ١٠)

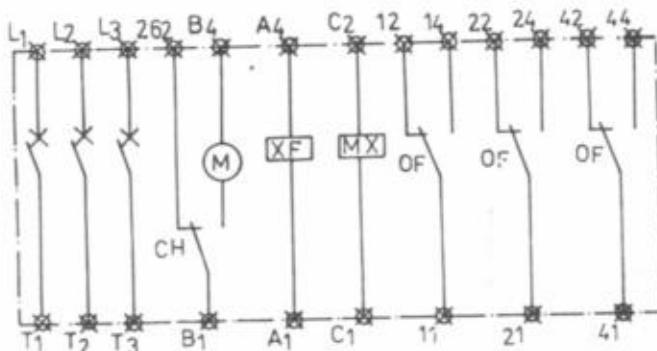
أما الشكل (٤ - ١٠) فيعرض قاطع دائرة من النوع المفتوح Masterpact من إنتاج شركة Merlin Gerin وتكون مزودة بثلاثة مبینات وهي كما يلي:

١- المبين A الخاص بوضع الرئيس الرئيسية للقاطع فيكون المبين أحضر في حالة Off ، ولوته أحمر في حالة ON.

بـ- المبين B الخاص بحالة الغلق للقاطع فيكون لهنـه أصـفـرـ عـنـدـ شـحـمـ يـاـيـ الـغـلـقـ وـمـكـتـوبـ

عليه Charged، ويكون لونه أبيض عندما يكون ياب الغلق غير مشحون . discharged

جـ - المبين C الخاص بوضع CB فعندما يكون القاطع في وضع الفصل ، فإن المبين C يكون لونه أخضر ، وعندما يكون القاطع في وضع الاختبار يكون المبين C لونه أزرق ، وعندما يكون القاطع في وضع التوصيل يكون المبين C لونه أبيض .
والشكل (٤ - ١١) يعرض مخطط توصيل قاطع دائرة مفتوح مزود بمحرك تشغيل .



الشكل (٤ - ١١)

حيث إن :

L₁, L₂, L₃, T₁, T₂, T₃ أطراف الأقطاب الرئيسية

Ch مفتاح نهاية مشوار محرك شحن ياب القطع

OF ريش إضافية قلابة للقاطع

XF ملف غلق القاطع

MX ملف فتح القاطع (عنصر فصل التوازي)

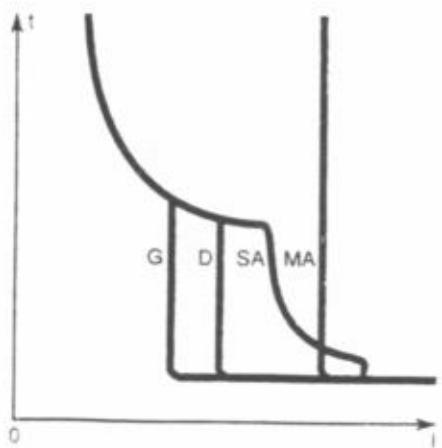
٤ / ٣ - خواص قواطع الدائرة المقولبة Compact

الشكل (٤ - ١٢) يعرض ستة من حيثيات خواص لقواطع الدائرة المقولبة والتي

تياراتها تتراوح ما بين 100:1250A والمصنعة بشركة Merlin Gerin الفرنسية وهم كما يلى :

١- قواطع بخواص (Type D) : وتزود هذه القواطع بضاغط تحرير Reset لونه برتقالي، وتستخدم لحماية كابلات تغذية الاحمال العادية، وهي مزودة بحماية حرارية ومغناطيسية ويكون تيار الفصل المغناطيسي ثابت للقواطع التي تيارها أقل من 160A، وقابل للمعايرة للقواطع التي تيارها أكبر من 160A بقيم تتراوح ما بين $Im = (5:10) Ir$.

حيث إن: Ir هو تيار الفصل الحراري Thermal trip Current المعاير



الشكل (٤ - ١٢)

٢- قواطع بخواص (Type G) : وهى مزودة بضاغط تحرير أخضر وتستخدم لحماية المولدات والاشخاص والكابلات الطويلة فى أنظمة (TN-IT) وهى مزودة بخواص حرارية لحماية الاحمال من زيادة الحمل، وخواص مغناطيسية لحماية الاحمال من القصر، وتكون خواصها المغناطيسية قابلة للمعايرة للقواطع التي تيارها المقاوی يساوى 250A، حيث إن $Ir = (2:5) Im$.

٣- قواطع بخواص (Type MA) : وهى مزودة بضاغط تحرير رصاصي، وتستخدم فى حماية المركبات وهى غير مزودة بحماية حرارية ضد زيادة الحمل، ولكن مزودة بحماية مغناطيسية قابلة للمعايرة للقواطع التي تيارها أكبر من 160A حيث إن: $Im = (6.3:12.5) Ir$.

٤- قواطع بخواص (Type SA) : وتكون مزودة بضاغط تحرير أزرق، وتكون لها خواص تمييز محسنة لمكان القصر ولها حماية ضد زيادة الحمل تشبه الحماية الحرارية للأنواع D,G ، وحماية ضد القصر بقيمة ثابتة وبتأخير زمني قصير.

تستخدم وحدات الفصل الإلكتروني مع قواطع الدائرة المفتوحة، وكذلك بعض أنواع قواطع الدائرة المقولبة ولها خواص تشبه خواص D, G, SA للقواطع المقولبة. وستتناول في هذه الفقرة بعض الوحدات الإلكترونية المصنعة بشركة Merlin Gerin الفرنسية، ويستخدم في هذه الوحدات عدة نقاط للمعايرة وهم :

١ - نقطة معايرة زيادة الأحمال ذات التأخير الزمني الطويل Ir حيث إن :

$$Ir = XIo$$

$$Io = XIn$$

حيث إن :

Ir	تيار الفصل
Io	تيار زيادة الحمل
Tn	تيار المقنن للقاطع
X	النسبة المئوية للمعايرة

٢ - زمن معايرة التأخير الزمني الطويل tr .

٣ - نقطة معايرة تيار الفصل ذات التأخير الزمني القصير Im .

٤ - زمن الفصل القصير tm .

٥ - تيار الفصل اللحظي I حيث إن I= XIn .

٦ - إمكانيات إضافية مثل : القياس والبيان .

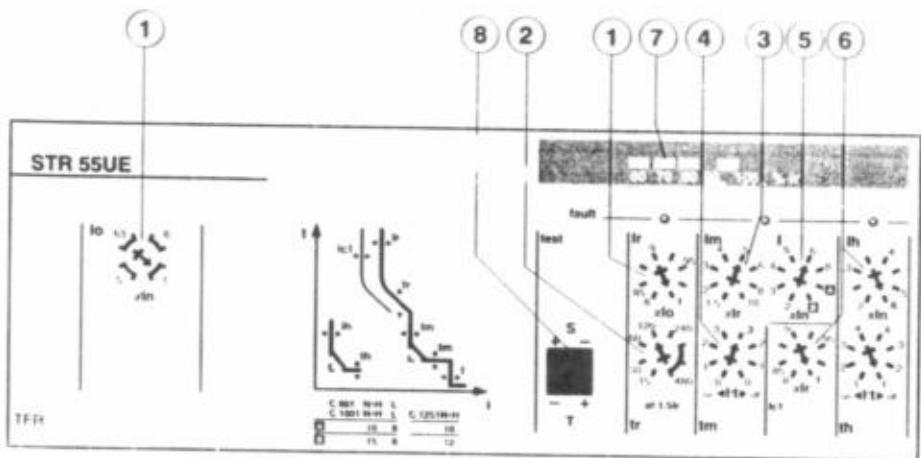
٧ - بيان زيادة الحمل .

٨ - أطراف اختبار وحدة الفصل الإلكتروني .

٩ - نقطة معايرة تيار الفصل عند التسرب الأرضي Ih .

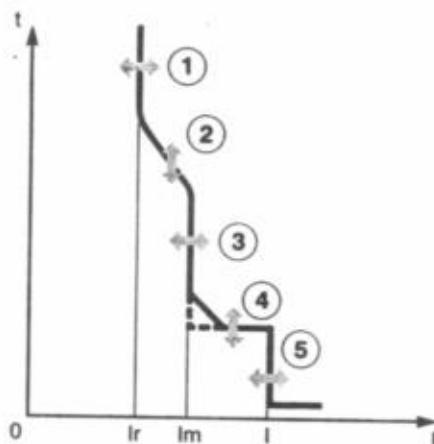
١٠ - نقطة معايرة زمن الفصل عند التسرب الأرضي th .

والشكل (٤ - ١٣) يعرض لوحة نقاط المعايرة للدائرة الإلكترونية STR55UE والمزودة بتسع نقاط معايرة.



الشكل (٤ - ١٣)

والشكل (٤ - ١٤) يعرض منحني التيار والزمن لوحدة الفصل الإلكترونية STR55UE.

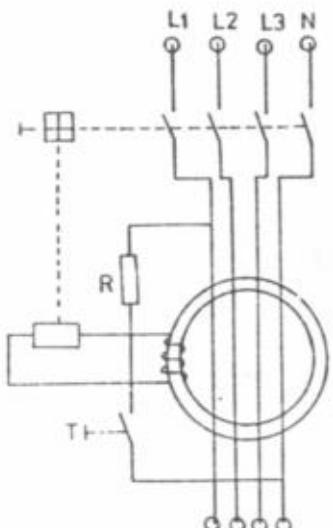


الشكل (٤ - ١٤)

٤ / ٤ - قواطع التسرب الأرضي ELCB'S

يوجد لهذه القواطع عدة مسميات مثل: أجهزة التيار المتخلّف Rcd's، ومقطوعات العطل الأرضي GFT'S، وقواطع التسرب الأرضي ELCB'S، وتستخدم هذه القواطع لفصل خرج المولد بمجرد تسرب تيار صغير للأرضي قد يصل إلى 6mA لبعض قواطع التسرب الأرضي، علماً بأن تيار التسرب الأرضي قد يكون ناتجاً عن ملامسة الإنسان لأحد الخطوط الكهربائية، وحيث إن هذا التيار صغير ولا يكفي لفصل قواطع الحماية من زيادة التيار أو المصهرات، الأمر الذي يلزم استخدام هذا النوع من القواطع.

والجدير بالذكر أن تيار التسرب الأرضي قد يؤدي إلى حدوث انفجارات وحرائق في الأماكن الخطرة والتي تحتوي على أبخرة قابلة للاشتعال أو الانفجار.



الشكل (٤ - ١٥)

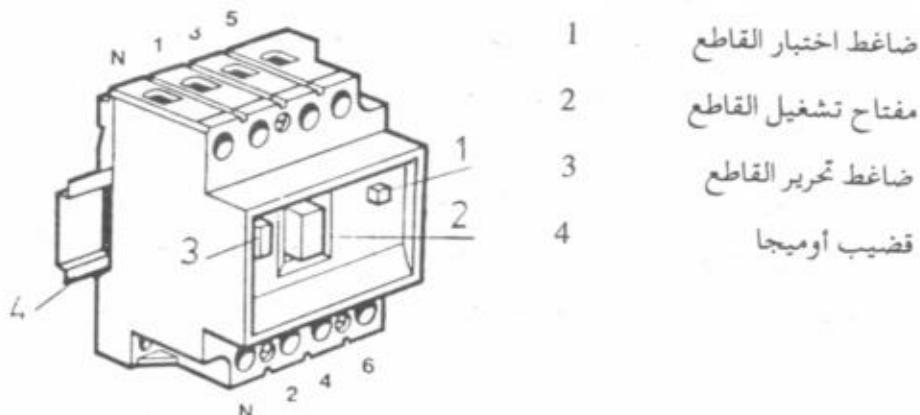
والشكل (٤ - ١٥) يعرض الدائرة الداخلية لقاطع تسرب أرضي بأربعة أقطاب . ويكون قاطع التسرب الأرضي من محول تيار صفرى Zero Current transformer التيار الصفرى بريلاى فصل آلة القطع . فعند حدوث تسرب أرضي يصبح مجموع تيارات الوجه المختلفة والتعادل غير مساو للصفر أى أن:

$$I_{\Delta} = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} + I_N \neq 0$$

حيث إن: I_{Δ} هو تيار التسرب الأرضي ، وفي هذه الحالة يعمل الريلاى على فصل آلة فصل القاطع . ويستخدم الضاغط T في اختبار القاطع، فعند الضغط على الضاغط T يمر تيار عبر المقاومة

R من الوجه L1 إلى خط التعادل N فيفصل القاطع . والشكل (٤ - ١٦) يعرض قاطع تسرب أرضي من النوع المصغر يثبت على قضيب أو ميجا .

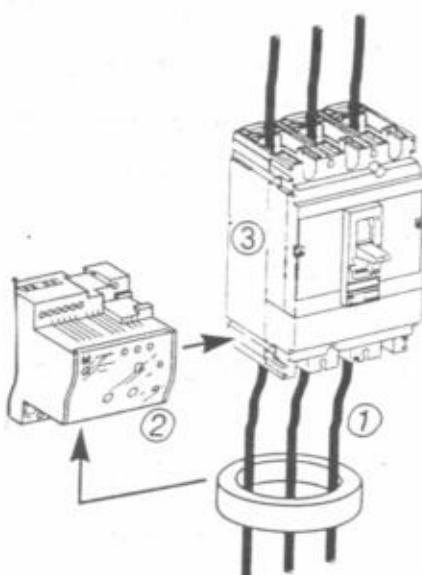
حيث إن :



- 1 ضاغط اختبار القاطع
- 2 مفتاح تشغيل القاطع
- 3 ضاغط تحرير القاطع
- 4 قضيب أوميجا

الشكل (٤ - ١٦)

ويوجد ريليهات تسرب أرضي يمكن استخدامها مع القاطع الرئيسي .
والشكل (٤ - ١٧) يعرض طريقة استخدام ريلاي تسرب أرضي مع قاطع
مقولب مع محول صفرى تبعاً لتوصيات شركة Merlin Gerin



الشكل (٤ - ١٧)

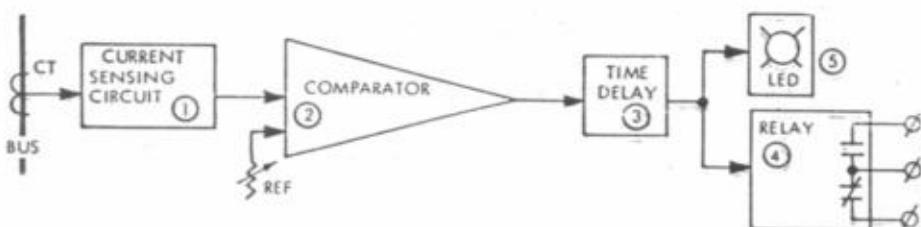
حيث إن :

- 1 المحول الصفرى
- 2 ريلائى تسرب أرضى
- 3 قاطع مقولب

٤ / ٥ - ريلائى زيادة التيار Over current relay

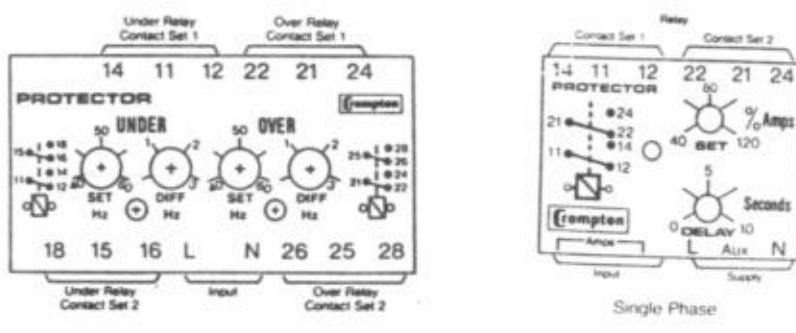
يستخدم ريلائى زيادة التيار لفصل دائرة أو الكوانتاكتور الرئيسي للمولد عند زيادة تيار المولد عن القيمة المعاير عليها الريلائى، ويكون ريلائى زيادة التيار من خمسة عناصر مبينة بالشكل (٤ - ١٨) وهم كما يلى :

- دائرة الإحساس بالتيار (١) والتى يتم تغذيتها من محول تيار CT مركب على أحد أوجه المولد.
- دائرة مقارنة (٢) تعمل على مقارنة الجهد المقابل لتيار الحمل والقادم من دائرة الإحساس بالتيار (١) مع جهد الأماس REF.
- دائرة تأخير زمنى (٣) Time delay .
- مفتاح كهرومغناطيسى (٤) يعمل عند تعدد تيار الحمل القيمة المعاير عليها ريلائى زيادة التيار وتعدى الزمن المعاير عليه دائرة التأخير الزمنى (٣)، ويقوم بعكس حالة ريشه فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة، والريشة المغلقة مفتوحة الأمر الذى يؤدي لفصل قاطع المولد.
- موحد باعث لضوء LED (٥) يضيء عند زيادة التيار وعمل الريلائى .



الشكل (٤ - ١٨)

والشكل (٤ - ١٩) يعرض نموذجين لريلاي تيار من إنتاج شركة Crompton فالشكل (أ) لريلاي زيادة تيار وجه واحد والشكل (ب) لريلاي زيادة / انخفاض تيار وجه واحد.



الشكل (٤ - ١٩)

مثال لضبط ريلاي زيادة التيار:

إذا كان تيار المولد 695A يختار محول تيار له نسبة تحويل 800/5A ، وعادة يضبط تيار الفصل عند 110% من التيار المقنن، وبالتالي يعاير الريلاي عند

$$SET = \frac{695 \times 110}{800} = 96\%$$

وذلك عند تأخير زمني 5S.

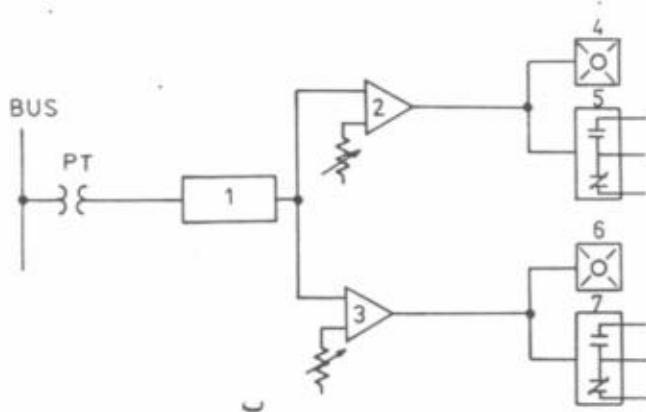
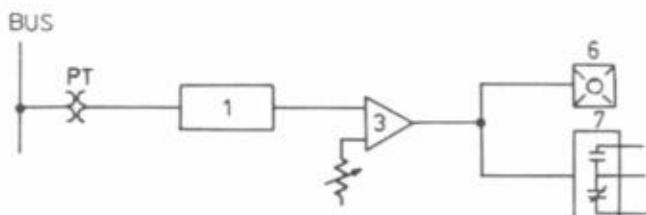
٤ / ٦ - ريلاي زيادة الجهد أو انخفاضه

يستخدم ريلاي زيادة الجهد أو انخفاضه لمراقبة جهد المولدات والقضبان العمومية Bus Bars وأنظمة التوزيع.

والشكل (٤ - ٢٠) يعرض مخططاً توضيحيًاً يبين تركيب ريلاي زيادة الجهد أو انخفاضه بنقطتين معايرة (الشكل أ)، وآخر باربع نقاط معايرة (الشكل ب).

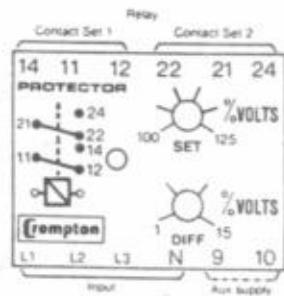
حيث إن :

- دائرة الإحساس بالجهد (1) ، والتي يتم تغذيتها إما من محول جهد Voltage أو مباشرة . transformer
- دائرة مقارنة (2) تعمل على مقارنة الجهد المقابل لجهد الحمل القادم من دائرة الإحساس بالجهد (1) مع جهد الأساس REF ، والذي يتم ضبطه بواسطة مقاومة متغيرة على وجه الريلاي .
- ريلاي (5) يعمل عند زيادة جهد الحمل عن الجهد المعاير عليه نقطة معايرة الزيادة Over .
- ريلاي (7) يعمل عند انخفاض جهد الحمل عن الجهد المعاير عليه نقطة معايرة الانخفاض Under .
- موحد مشع (4) يضيء عند عمل الريلاي (5) .
- موحد مشع (6) يضيء عند عمل الريلاي (7) .

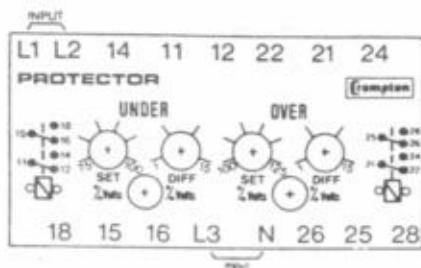


الشكل (٤ - ٢٠)

والشكل (٤ - ٢١) يعرض نموذجين لريلاي جهد، فالشكل (أ) لريلاي جهد يعمل مع مصدر ثلاثي الأوجه مزود بأربع نقاط للمعايرة، والشكل (ب) لريلاي جهد يعمل مع مصدر ثلاثي الأوجه مزود ب نقطتين للمعايرة من إنتاج شركة Crompton.



3 Phase



3 Phase Combined

الشكل (٤ - ٢١)

والجدير بالذكر أنه توجد ريليهات جهد تعمل من مصدر أحادي الوجه تكون مزودة ب نقطتين أو أربع نقاط للمعايرة .

ففي (الشكل أ) أربع نقاط للمعايرة وهم:

Over set

معاهدة زيادة الحدود

Under set

- معاشرة انخفاض المهد

Over diff.

مقدمة في فقه الزيادة

Under diff

For $\lambda \in \mathbb{C} \setminus \{\lambda_1, \dots, \lambda_n\}$, we have

أما (بالشكل ب) نقطتين للمعايير وهم:

Set

- 167 -

diff

معايير الفرق الذي يعيده إلى بلاي لوضعه الطبيعي

وتجدر الإشارة إلى أن ريلاي الجهد ذات نقاط المعايرة الأربع مزود بمفتاح كهرومغناطيسي للزيادة، وآخر للانخفاض. أما ريلاي الجهد ذات نقطتين المعايرة فهو مزود بمفتاح كهرومغناطيسي واحد.

نظيرية عمل ريلاي الجهد ذات نقاط المعايرة الأربع:

نفرض أن:

– معايرة زيادة الجهد عند 110% .

– معايرة انخفاض الجهد عند 90% .

– معايرة فرق الزيادة عند 5% .

– معايرة فرق الانخفاض عند 5% .

فيكون المفتاح الكهرومغناطيسي الخاص بانخفاض الجهد في حالة تشغيل ON عندما يكون جهد أطراف المولد عند القيمة المقصنة له 100%， في حين يكون المفتاح الكهرومغناطيسي الخاص بارتفاع الجهد في حالة فصل OFF .

وعند انخفاض جهد المولد عن 90% فإن المفتاح الكهرومغناطيسي الخاص بالانخفاض سوف يصبح في حالة فصل OFF ، أما إذا ارتفع الجهد بالقيمة المعاير عليها فرق الانخفاض ليصبح 95% يعود المفتاح الكهرومغناطيسي الخاص بالانخفاض حالة التشغيل مرة أخرى .

وبالمثل فإن المفتاح الكهرومغناطيسي الخاص بارتفاع الجهد يصبح في حالة تشغيل ON عند ارتفاع جهد المولد إلى 110% ، وإذا انخفض الجهد ليصبح 105% يعود المفتاح الكهرومغناطيسي الخاص بارتفاع الجهد حالة OFF مرة أخرى وهكذا.

نظيرية عمل ريلاي انخفاض الجهد ذو نقطتين المعايرة:

نفرض أن معايرة الجهد عند 90% ، ومعايرة الفرق عند 5% .

في هذه الحالة يصبح المفتاح الكهرومغناطيسي للريلاي في حالة ON ، عندما يكون جهد أطراف المولد عند القيمة المقصنة له 100% ، وب مجرد انخفاض الجهد عن 90% من الجهد المقصنة يصبح المفتاح الكهرومغناطيسي للريلاي في حالة OFF .

ويظل على هذا الحال إلى أن يرتفع الجهد ليصبح 95% فيعود المفتاح الكهرومغناطيسي للريلاي حالة ON. وتتوفر ريليهات جهد مزودة ببنقطتين للمعايرة للعمل كريليهات ارتفاع جهد فقط.

والجدير بالذكر أن ريليهات الجهد تتوفّر في الأسواق عند جهود تشغيل مختلفة مثل :

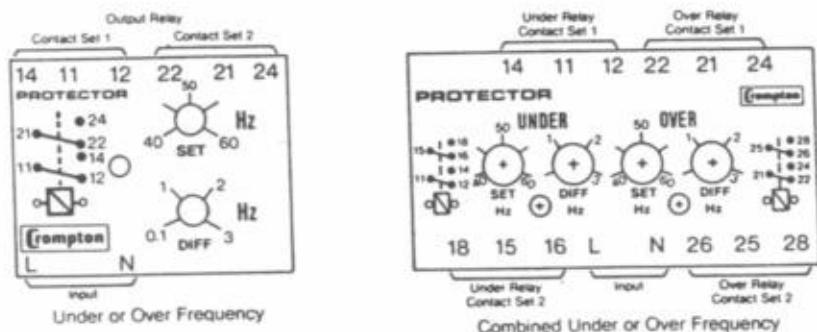
(100, 200, 380, 450)

فإذا كان جهد أطراف المولد أكبر من جهد تشغيل الريلاي لابد من استخدام محول جهد.

٤ / ٧ - ريلاي التردد Frequency relay

يستخدم ريلاي التردد لمراقبة تردد المولدات والقضبان وأنظمة التوزيع؛ ولا يختلف التركيب الداخلي لريلاي التردد المزود ببنقطتين للمعايرة عن الشكل (٤ - ١٢٠)، وكذلك لا يختلف التركيب الداخلي لريلاي التردد المزود بأربع نقاط معايرة عن الشكل (٤ - ٢٠ ب) عدا أن دوائر إحساس الجهد تستبدل بدواتير إحساس للتتردد.

والشكل (٤ - ٢٢) يعرض نموذجاً لريلاي تردد بأربع نقاط للمعايرة (الشكل ١)، وريلاي تردد ببنقطتين للمعايرة (الشكل ب). من إنتاج شركة Crompton



ب

أ

الشكل (٤ - ٢٢)

ففي (الشكل أ) أربع نقاط للمعايرة وهم:

- . Over Set - معايرة زيادة التردد
- . Under Set - معايرة انخفاض التردد
- . Over diff - معايرة قيمة الفرق عند الزيادة
- . Under diff - معايرة قيمة الفرق عند الانخفاض

وفي (الشكل ب) نقطتين للمعايرة وهم:

- . set - معايرة التردد
- . diff - معايرة الفرق الذي يعيّد الريلاي لوضعه الطبيعي

ففي حالة ريلائي انخفاض التردد تصبح Set هي نقطة معايرة الانخفاض، أما diff تصبح نقطة معايرة قيمة التحرير (الفرق) عند الانخفاض.

وفي حالة ريلائي زيادة التردد تصبح Set هي نقطة معايرة الزيادة، أما diff تصبح نقطة معايرة قيمة التحرير (الفرق) عند الزيادة.

مثال لمعايرة ريلائي زيادة / انخفاض التردد:

إذا كان تردد المولد 50HZ يمكن ضبط الريلائي بالطريقة التالية:

- معايرة الزيادة 53HZ
- معايرة الانخفاض 47HZ
- معايرة فرق الزيادة 2HZ
- معايرة فرق الانخفاض 2HZ

فعند تردد 50HZ يكون المفتاح الكهرومغناطيسي للزيادة في حالة Off، ويكون المفتاح المغناطيسي للانخفاض في حالة ON.

وعند تردد 53HZ يكون المفتاح الكهرومغناطيسي للزيادة في حالة ON، ويظل المفتاح الكهرومغناطيسي للانخفاض في حالة ON.

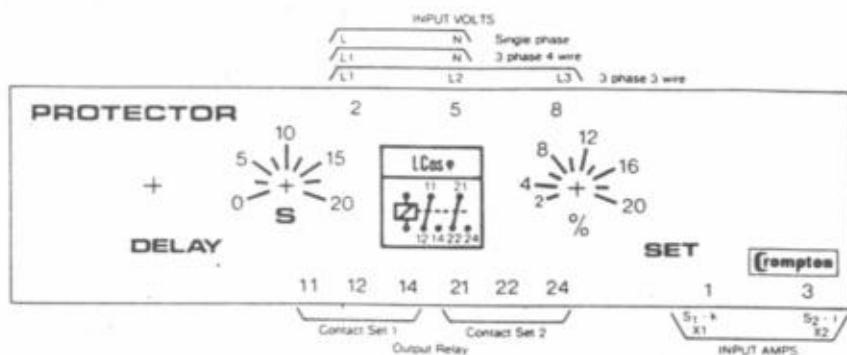
. Off . عند تردد 47HZ يكون المفتاح الكهرومغناطيسي للزيادة والانخفاض في حالة

٤ / ٨ - ريلائي انعكاس القدرة Reverse Power relay

يستخدم ريلائي انعكاس القدرة مع المولدات لمراقبة انعكاس القدرة، فعند انعكاس القدرة على أحد المولدات نتيجة لمشكلة في ماكينة дизيل، يتم فصل قاطع المولد، وذلك من أجل الحفاظ على ماكينة дизيل؛ لأن انعكاس القدرة يؤدي لدوران المولد كمحرك مما يؤدي لتلف ماكينة дизيل.

ويقوم ريلائي انعكاس القدرة بمقارنة التيار مع الجهد، وذلك من أجل تحديد ICOSφ، فإذا كانت هذه القيمة سالبة وتعدت النسبة المئوية (20%:2) يضيء موحد مشع ويبدأ مؤقت زمني في العمل، وعند انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت الزمني، فإن المفتاح المغناطيسي للريلائي سوف يقوم بعكس حالة ريشه.

والشكل (٤ - ٢٣) يعرض ريلائي انعكاس قدرة من إنتاج شركة Crompton .



الشكل (٤ - ٢٣)

ويلاحظ أن الريلائي مزود بنقطة معايرة للتيار كنسبة مئوية من التيار المقنن SET، ويترواح ما بين (0:20S)، ونقطة معايرة زمن التأخير Y، ويترواح زمن التأخير ما بين (0:20S).

مثال :

مولد له تيار متناوب 714A عند معامل قدرة 0.8؛ لذلك فإن

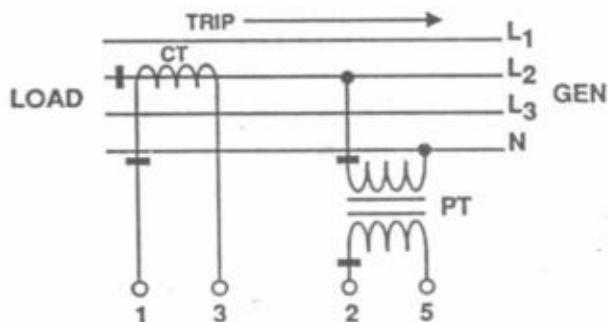
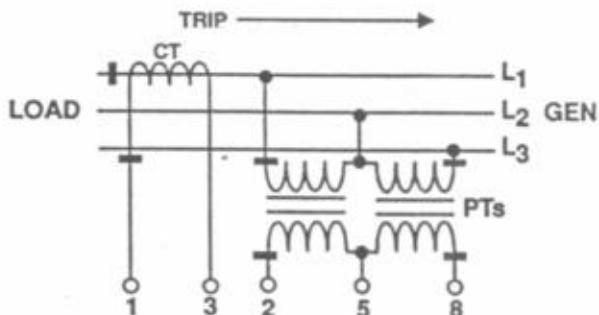
$$ICOS \phi = 714 \times 0.8 = 571A$$

باختيار محول تيار له نسبة تحويل 800/5A فإن قيمة SET تساوى

$$SET = \frac{8 \times 571}{800} = 5.7\%$$

ويضبط زمن التأخير عند 10 Sec.

والشكل (٤ - ٢٤) يبين مخطط توصيل أطراف ريلات انعكاس القدرة المزود بدائرة دخل ثلاثية الوجه (الشكل أ)، ومخطط توصيل أطراف ريلات انعكاس القدرة المزودة بدائرة دخل أحادية الوجه (الشكل ب).

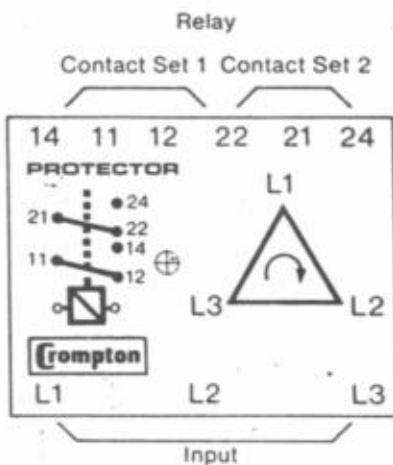


الشكل (٤ - ٢٤) ب

٤ / ٩ - ريلات انعکاس تتابع الاوچه او فقدان أحد الاوچه

Phase Sequence & Phase Failure

يستخدم هذا الريلات لحماية أحمال المولدات الكهربية من تغيير تتابع الاوچه أو فقدان أحد الاوچه الذي يسبب في الانهيار الكهربى أو الميكانيكى للأحمال، وكذلك قد يعرض الأشخاص إلى خطورة بالغة من جراء انعکاس اتجاه دوران المحرکات. والشكل (٤ - ٢٥) يعرض نموذجاً لريلات انعکاس الاوچه من إنتاج شركة Crompton.



الشكل (٤ - ٢٥)

نظرية عمل الريلات:

في الحالة الطبيعية لتتابع الاوچه L₁, L₂, L₃; فإن المفتاح الكهرومغناطيسي للريلات يكون في حالة ON. أما عند انعکاس تتابع الاوچه مثل: L₁, L₃, L₂; فإن المفتاح الكهرومغناطيسي للريلات سيصبح في حالة OFF، ويظل هكذا طالما أن تتابع الاوچه مازال غير صحيح. وكذلك عند فقدان أحد الاوچه أو انخفاض جهد أحد الاوچه عن 70% من القيمة المقننة لجهد عمل الريلات، فإن المفتاح الكهرومغناطيسي للريلات سيصبح في حالة OFF ، وبضوء موحد مشع LED عند عمل المفتاح الكهرومغناطيسي .

٤ / ١٠ - ريلالى اتزان الأوجه Phase balance relay

ويقوم هذا الريلالى بتوفير الحماية الازمة عند حدوث أحد المشاكل التالية:

١ - فقدان أحد الأوجه.

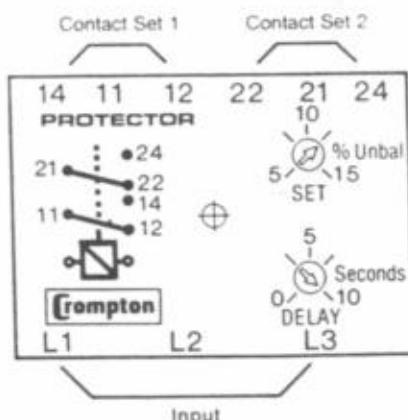
٢ - انعكاس وجه مكان آخر.

٣ - تغير تتابع الأوجه.

٤ - عدم اتزان الأوجه.

٥ - انخفاض جهد المولد.

فعند حدوث أحد المشاكل السابقة يصبح المفتاح الكهرومغناطيسى للريلالى فى حالة OFF ، ويزود الريلالى بنقطة لمعاييره زمن التأخير المسموح به حتى لا يستجيب الريلالى عند حدوث اهتزازات فى المصدر الكهربى . والشكل (٤ - ٢٦) يعرض المقطع الرأسى لريلالى اتزان أوجه من إنتاج شركة Crompton .



الشكل (٤ - ٢٦)

ويلاحظ أن الريلالى مزود بنقطة لمعاييرة النسبة المئوية لعدم اتزان الجهد SET، ويمكن معايرة الريلالى عند عدم اتزان يتراوح ما بين 5:15% من الجهد المقاوم للريلالى .

ونقطة لمعايرة زمن التأخير DELAY ، ويتراوح زمن التأخير المسموح به ما بين (0:10 Sec) .

٤ / ١١ - ريلاي ارتفاع درجة الحرارة Over temperature relay

تتوارد ريليهات ارتفاع درجة الحرارة في عدة صور مثل :

١ - ريلاي ارتفاع درجة الحرارة بمدخل واحد Thermistor relay .

٢ - ريلاي ارتفاع درجة الحرارة بثلاثة مداخل Hot Spot 3 relay .

٣ - ريلاي ارتفاع درجة الحرارة بستة مداخل Hot Spot 6 relay .

٤ / ١١ / ١ - ريلاي ارتفاع درجة الحرارة ذو المدخل الواحد

ويستخدم ريلاي ارتفاع درجة الحرارة ذو المدخل الواحد لحماية المولدات والمحركات من ارتفاع درجة حرارتها، حيث يصل بهذا الريلاي مقاومات حرارية لها معامل حراري موجب PTC ، موصولة على التوالى ومدفونة داخل ملفات المولد أو المحرك (حيث يخصص لكل وجه مقاومة حرارية)، وتكون المقاومة المحسنة لمقاومات PTC المدفونة في الملفات حوالي 1500Ω عند الظروف الطبيعية، وعند ارتفاع درجة حرارة الملفات تزداد قيمة المقاومة المحسنة لمقاومات PTC ، وعند وصول قيمتها إلى ($2500\Omega:3500\Omega$) يحدث فصل للمفتاح الكهرومغناطيسي للريلاي.

ويتوارد هذا النوع من الريليهات في صورتين وهما :

١ - ريلاي ارتفاع درجة الحرارة ذو المدخل الواحد يتحرر ذاتياً :

فبعد انخفاض درجة حرارة الملفات ووصول قيمة المقاومة المحسنة لمقاومات PTC إلى قيمة تتراوح ما بين ($1500\Omega:2300\Omega$) يحدث تحرير ذاتي للريلاي، ويعود المفتاح الكهرومغناطيسي للريلاي لحالة ON مرة أخرى.

٢ - ريلاي ارتفاع درجة الحرارة ذو المدخل الواحد مزود بوسيلة تحرير يدوية :

ويزود هذا الريلاي إما بضغط تحرير RESET على وجه الريلاي، أو يتم توصيل ضاغط خارجي لتحرير الريلاي، فبعد انخفاض درجة حرارة الملفات، ووصول قيمة

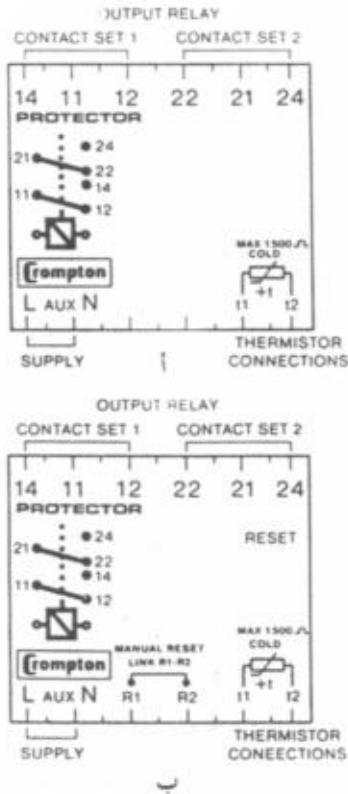
المقاومة المخلصة لمقاومات PTC إلى قيمة تتراوح ما بين (1500:2300Ω) وعند الضغط على ضاغط التحرير RESET، يعود المفتاح الكهرومغناطيسي للريلاي لحالة ON مرة أخرى.

والشكل (٤ - ٢٧) يعرض المسقط الرأسى لريلاي ارتفاع درجة الحرارة بمدخل واحد يتحرر ذاتياً (الشكل أ)، ويتحرر بواسطة ضاغط يدوى على وجه الريلاي، وآخر يتم توصيله من بعد (الشكل ب) من إنتاج شركة Crompton.

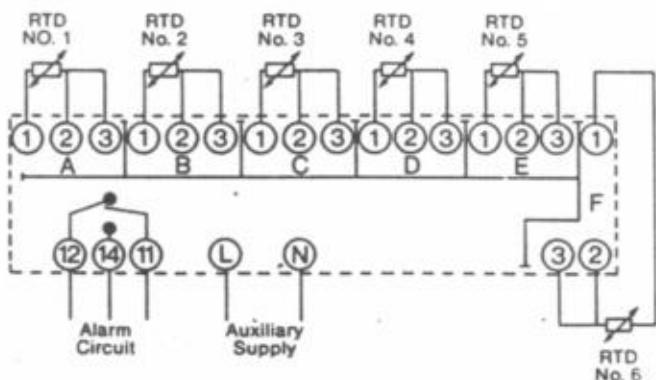
٤ / ١١ - ريلاي ارتفاع درجة الحرارة بستة مداخل Hot Spot 6 Relay

ويقوم هذا الريلاي بمراقبة درجة الحرارة فى ست مناطق مختلفة من المولدات الكهربية، على سبيل المثال مراقبة درجة حرارة الملفات المختلفة، حيث يدفن فى كل ملف مجس على هيئة مقاومة حرارية RTD، وهذا الريلاي مزود بنقطة لمعايرة درجة حرارة الفصل لكل منطقة. والشكل (٤ - ٢٨)

يعرض المسقط الرأسى لريلاي ارتفاع درجة الحرارة بستة مداخل من إنتاج شركة Crompton.



الشكل (٤ - ٢٧)



الشكل (٤ - ٢٨)

نظريه عمل الريلاي :

يمثل المقاومة الحرارية RTD لكل منطقة ضلع من أضلاع قنطرة، فعند تغير درجة الحرارة تغير RTD ويحدث عدم اتزان للقنطرة، ويتم تكبير فرق الجهد الناجع عن عدم اتزان القنطرة بواسطة مكبر عمليات، ويتم مقارنة خرج كل مكبر بجهد المرجع المقابل لدرجة حرارة الفصل المعاير عليها RTD، للمنطقة، ويتم تشغيل مفتاح كهرومغناطيسي بواسطة خرج بوابة OR لها ستة مداخل للمناطق الستة، حيث يعمل المفتاح الكهرومغناطيسي عند ارتفاع درجة حرارة أحد المقاومات الحرارية RTD للمناطق الستة على الأقل. وكذلك يعمل المفتاح الكهرومغناطيسي إذا حدث فتح في أحد عناصر RTD.

والجدير بالذكر أنه في حالة عدم استخدام أحد المدخل A:F يجب عمل قصر على الأطراف الثلاثة 1,2,3 للمدخل غير المستخدم.

وعادة تستخدم مقاومات حرارية من البلاتين مقاومتها 100Ω ، أو مقاومات من النحاس مقاومتها 10Ω .

٤ / ريلاي فقدان المجال Exitation Loss relay

عند تشغيل المولدات على التوازي، وعند انخفاض تيار مجال أحد المولدات فإن

تيار حتى سوف يدور بين المولدات، وهذا التيار يمكن اكتشافه بواسطة هذا الريلاي، ويعمل هذا الريلاي بفصل قاطع المولد الذى انخفض تيار مجاله؛ علماً بأنه يخصص لكل مولد ريلاى فقدان مجال.

ويقوم ريلاى فقدان المجال بمقارنة التيار مع الجهد للحصول على قيمة Φ_{ISin} ، فإذا كانت هذه القيمة حثية، وتعدت القيمة I_{IN} (0.5:1.5) تضيء لمبة البدء للريلاي Pick Up، ويعمل المؤقت الزمنى للريلاي على تأخير فصل المفتاح الكهرومغناطيسى للريلاي زمن يتراوح ما بين (2:20Sec) تبعاً للزمن المعاير عليه الريلاي، وعند انتهاء الزمن المعاير عليه الريلاي يتحول المفتاح الكهرومغناطيسى للريلاي لحالة ON، ويضيء موحد مشع.

وعادة يتم معايرة الريلاي على تيار يساوى 100% من التيار المقنن للمولد I_{IN} .

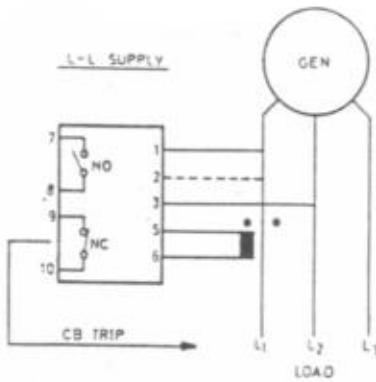
مثال:

مولد تياره المقنن 714A، واستخدم محول تيار له نسبة تحويل SA/800 فإن:

$$SET = \frac{714}{800} = 0.9 I_{IN}$$

وعادة يتم ضبط زمن تأخير ريلاى فقدان المجال على زمن تأخير أقل من زمن تأخير ريلاى زيادة التيار، وإنما فإن الأخير سيفصل أولاً.

والشكل (٤ - ٢٩) يبين مخطط توصيل ريلاى فقدان المجال من صناعة شركة SELCO. ويلاحظ أن الريشة المغلقة NC للريلاي يتم توصيلها بدائرة الفصل للقاطع الرئيسي للمولد، وتوصل النقطة 1 أو النقطة 2 بالوجه الذى يوضع فيه محول التيار.



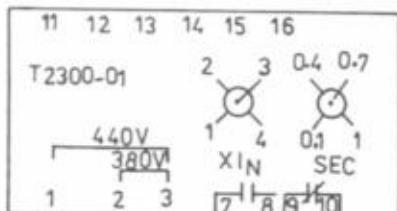
الشكل (٤ - ٢٩)

٤ / ١٣ - دائرٌة القصر Short Circuit relay

يستخدم هذا الريلاى فى حماية المولدات من القصر، حيث يقوم الريلاى باكتشاف أعلى تيار من تيارات الأوجه الثلاثة، فإذا تعدت هذه القيمة المعاير عليها الريلاى، فإن الموحد المشع الخاص بالبدء Pick Up يضيء ويبدا المؤقت بالعمل، وبعد انتهاء زمن المؤقت يفصل المفتاح المغناطيسى للريلاى، والذى يكون فى حالة تشغيل فى ظروف التشغيل العادية.

والجدير بالذكر أن هذا الريلاي يستخدم عادة عند استخدام كونتاكتور رئيسى لوصل وفصل المولد بدلاً من قاطع الدائرة CB.

والشكل (٤ - ٣٠) يبين المسقط الرأسى لريلاي دائرة القصر والمصنع بشركة SELCO.



الشكل (٤ - ٣)

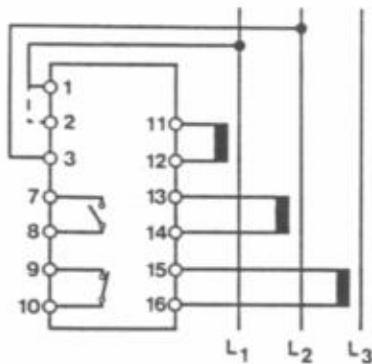
مثال:

لضبط ريلاى دائرة القصر:

إذا كان تيار المولد 695A، وكانت نسبة تحويل محول التيار المستخدم 800/5A فإن النسبة المئوية لتيار القصر عند القصر باعتبار أن تيار الفصل يساوى 3IN

$$= \frac{3 \times 695}{800} = 2.61\text{N}$$

والشكل (٤ - ٣١) يبين مخطط توصيل ريلاي دائرة القصر مع خرج المولد.

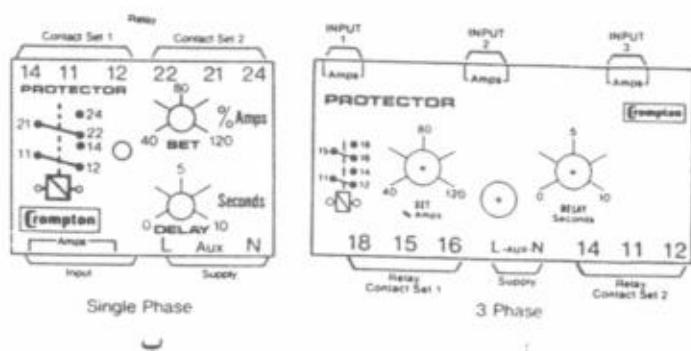


الشكل (٤ - ٣١)

٤ / Over Current relay زیادة التيار

ويقوم هذا الريلاي بحماية المولدات من زيادة التيار، حيث يكتشف أعلى تيار من تيارات الأوجة الثلاثة، فإذا تعددت القيمة المعاير عليها الريلاي يعمل المؤقت، وبعد انتهاء زمن مؤقت الريلاي يفصل المفتاح الكهرومغناطيسي للريلاي والذي يكون في حالة تشغيل في ظروف التشغيل العادية. وعادة يستخدم هذا الريلاي عند استخدام كوتاكتور رئيسي لوصول وفصل المولد بدلاً من قاطع الدائرة CB.

والشكل (٤ - ٣٢) يبين المسقط الرأسى لريلاى زيادة التيار من إنتاج شركة Crompton ثلاثة أوجه (الشكل ١) ، ووجه واحد (الشكل ب).



الشكل (٤ - ٣٢)

ويزود ريلاى زيادة التيار بنقطتين للمعايرة وهما:

SET نقطة معايرة التيار كنسبة مئوية من التيار المقنن للريلاى

DELAY نقطة معايرة التأخير الزمنى

مثال :

لضبط ريلاى زيادة التيار :

إذا كان التيار المقنن للمولد 695A ، واستخدم محول تيار له نسبة تحويل 800/5A ، فإذا أردنا أن يكون حد الفصل عند 1.1 من التيار المقنن للمولد فإن :

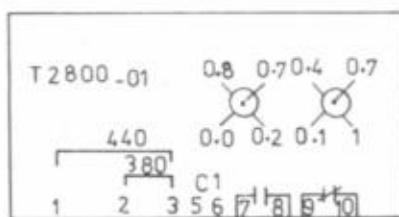
$$SET = \frac{1.1 \times 695}{800} = 0.96IN$$

٤ / ١٥ - ريلاى التسرب الأرضى Earth Fault relay

يستخدم هذا الريلاى لحماية المولد من التسرب الأرضى ، أي اتصال أحد الأوجه مع الأرضى عبر مقاومة كبيرة ، فإذا كان تيار التسرب أكبر من القيمة المعايرة عليها

الجهاز والتي تتراوح ما بين (0.02: 2IN) يضيء الموحد المشع للبدء Pick Up، ويبدأ مؤقت الريلاي في العمل، وبعد زمن التأخير المعاير عليه المؤقت والذي تتراوح ما بين (0.1: 1S) يعمل المفتاح الكهرومغناطيسي للريلاي.

والشكل (٤ - ٣٣) يعرض المخطط الرئيسي لريلاي تسرب أرضي من إنتاج شركة SELCO.



الشكل (٤ - ٣٣)

ويزود ريلاي التسرب الأرضي بنقطتين للمعايرة وهما :

- نقطة معايرة تيار التسرب كنسبة مئوية من التيار المقىن لريلاي والذي يتراوح ما بين (0.02: 0.2IN).
- نقطة معايرة زمن التأخير الزمني والذي يتراوح ما بين (0.1: 1Sec).

مثال لضبط ريلاي التسرب الأرضي :

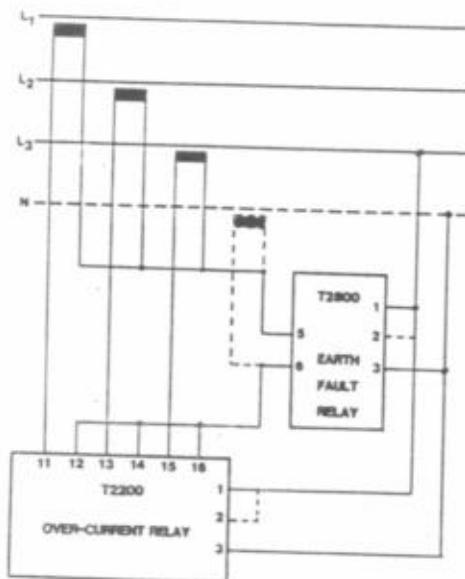
مولد له تيار مقىن 695A واستخدم محول تيار له نسبة تحويل 5/800، فإذا أردنا أن يكون حد الفصل لتيار التسرب يساوى 0.1 من التيار المقىن للمولد، فإن النسبة المئوية لتيار الفصل الذي يعاير عليه الريلاي يساوى

$$\frac{0.1 \times 695}{800} = 0.08 \text{ IN}$$

ويتم ضبط زمن التأخير عند (0.5Sec).

والشكل (٤ - ٣٤) يبين مخطط توصيل ريلاي زيادة تيار Over- Current

وريلاى تسرب أرضى Earth Fault مع خرج المولد . SELCO ، من إنتاج شركة



الشكل (٤ - ٣٤)

٤ / ١٦ - ريلاى السرعة Speed Sensing relay

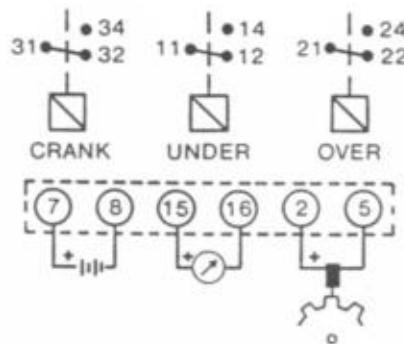
تستخدم ريليهات زيادة السرعة لعدة أغراض مثل :

- ١ - فصل محرك بدء ماكينة дизيل عند عمل ماكينة дизيل .
- ٢ - مراقبة انخفاض السرعة .
- ٣ - مراقبة زيادة السرعة .

وستتناول فى هذه الفقرة ريلاى سرعة من إنتاج شركة Crompton ، حيث يتم توصيل ريلاى السرعة بمجس سرعة Magnetic pick up [ارجع للفقرة ٥-٢] .

الشكل (٢ - ٢٠) .

والشكل (٤ - ٣٥) يعرض مخطط التوصيل لريلاى السرعة والذى من إنتاج شركة Crompton .



الشكل (٤ - ٣٥)

ويحتوى الريلاى على ثلاثة مفاتيح كهرومغناطيسية داخلية كل منها مزودة ببريشة قلاب وهم كما يلى :

١- مفتاح كهرومغناطيس للبدء Crank ويعمل المفتاح عند وصول سرعة الماكينة عند البدء للسرعة المعاير عليها نقطة CRANK والتي تتراوح ما بين 10:50% من السرعة المقننة لريلاى .

٢- مفتاح كهرومغناطيسى لانخفاض السرعة Under ، ويفصل عند انخفاض سرعة الماكينة عن السرعة المعاير عليها نقطة Under والتي تتراوح ما بين 50:100% من السرعة المقننة لريلاى السرعة .

٣- مفتاح كهرومغناطيسى لارتفاع السرعة Over ، ويفصل عند زيادة سرعة الماكينة عن السرعة المعاير عليها نقطة Over ، والتي تتراوح ما بين 100:130% من السرعة المقننة لريلاى .

ويوصل محس السرعة magnetic pick up مع النقاط 2,5 ، ويوصل عداد سرعة مع النقاط 15,16 ، وتوصى أطراف البطارية بين النقاط 7,8 .

مثال : لضبط ريلائى السرعة :

مولد سرعته 1500RPM يتم إدارته بـماكينة ديزل ، بحيث أن عدد أسنان ترس

الحدافة لها 120 سنة، وبالتالي يصبح التردد الخارج من محس السرعة مساوياً:

$$F = \frac{n \times N}{60}$$

$$= \frac{120 \times 1500}{60} = 3000 \text{ HZ}$$

فإذا استخدم ريلاي سرعة له تردد مقنن 4000HZ، فإنه يمكن ضبط نقطة معايرة عند 40% من السرعة المقننة للماكينة أي أن :

$$\text{Crank} = \frac{40 \times 3000}{4000} = 30 \%$$

ويمكن ضبط نقطة معايرة انخفاض السرعة عند 90% من السرعة المقننة للماكينة أي أن :

$$\text{Under} = \frac{90 \times 3000}{4000} = 67.5 \%$$

ويمكن ضبط نقطة معايرة زيادة السرعة عند 110% من السرعة المقننة للماكينة أي أن :

$$\text{Over} = \frac{110 \times 3000}{4000} = 82.5\%$$

الباب الخامس

**أجهزة التحكم في وحدات التوليد
العاملة بماكينات дизل**

أجهزة التحكم في وحدات التوليد العاملة بماكينات дизيل

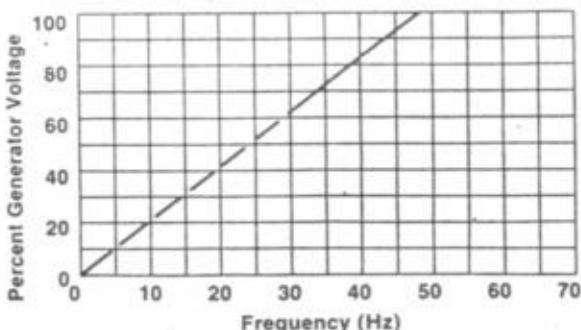
٥ / ١ - منظمات الجهد

يقوم منظم الجهد بالمحافظة على ثبات جهد الخرج للمولود مهما تغير الحمل .
وتحتختلف منظمات الجهد بحسب نوع المولد ويمكن تقسيم منظمات الجهد بصفة عامة إلى :

- ١ - منظمات جهد مولدات بدون فرش كربونية وبتغذية ذاتية .
- ٢ - منظمات جهد مولدات بدون فرش كربونية وبتغذية منفصلة .

ولقد استطاعت الشركات المصنعة لنظمات الجهد إضافة إمكانيات أخرى لهذه المنظمات مثل :

- ١ - تحديد التيار الأقصى لخرج المولد .
- ٢ - تخفيض جهد خرج المولد بحسب عامل قدرة المولد ، وهذه الخاصية تسمى Inductive Droop ، وهي مفيدة جداً عند التوصيل على التوازي ، كما سيتضمن فيما بعد .



الشكل (١ - ٥)

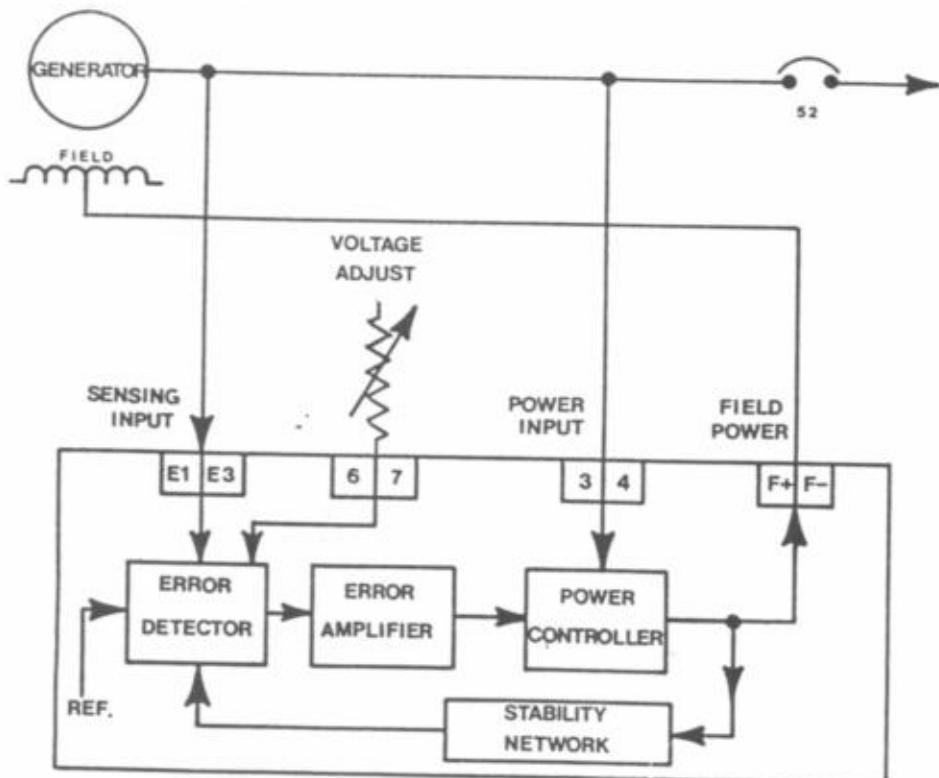
٣ - تخفيض جهد خرج المولد تبعاً لتردد خرج المولد كما بالشكل (٥ - ١) والذي يعرض العلاقة بين النسبة المئوية لجهد أطراف المولد (المحور الرأسى) وتردد المولد (HZ) (المحور الأفقي) لمولد تردد ٥٠HZ.

٤ - دائرة لفصل المولد عند زيادة جهد ملف مجال المولد down.

٥ - دائرة لإعادة المغناطيسية المتبقية للمولدات ذات التغذية الذاتية Flash over Circuit.

١ / ١ / ٥ - منظمات جهد المولدات ذات التغذية الذاتية

الشكل (٥ - ٢) يبين المخطط الصنديوقي لمنظم جهد من صناعة شركة Basler Electric الأمريكية.



الشكل (٥ - ٥)

ويتكون المنظم داخلياً من :

١ - دائرة الإحساس Sensing Circuit

وتكون من محول يعمل على تخفيض جهد الخرج للمولد التزامني، ثم توحيد خرج المحول بواسطة مجموعة من الموحدات، وتنعيم خرج الموحدات بمجموعة من المكثفات والملفات الخانقة.

٢ - دائرة الخطأ Error detector

وتقوم هذه الدائرة بإيجاد الفرق بين جهد المرجع REF الذي تم معايرته بواسطة مقاومة متغيرة والجهد الخارج من دائرة الإحساس.

٣ - مكبر الخطأ Error amplifier

ويعمل على تكبير خرج دائرة الخطأ والذي يمثل الفرق بين جهد المرجع والجهد المقابل لخرج المولد (Generator).

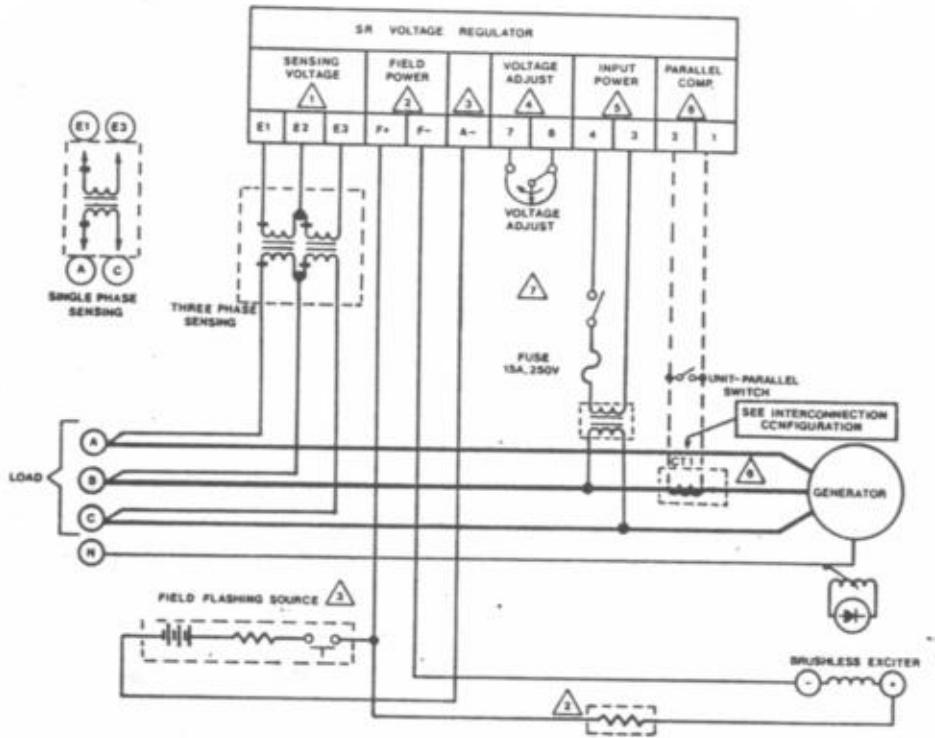
٤ - منظم القدرة Power Controller

ويكون هذا المنظم إما منظم تناصبي، أو منظم تناصبي تكاملي، أو منظم تناصبي تفاضلي تكاملي، ويعمل على التحكم في جهد أطراف مجال مولد الإنارة تبعاً لخرج مكبر الخطأ.

٥ - دائرة الاستقرار Stability network

وهذه الدائرة تمنع حدوث تذبذب في خرج منظم القدرة للوصول لحالة الاستقرار في جهد خرج المولد.

والشكل (٥ - ٣) يبين مخطط توصيل منظم الجهد طراز SR4A من صناعة شركة Basler Electric Co.



الشكل (٣ - ٥)

حيث إن :

1 أطراف التغذية المرتدة E_1, E_2, E_3 : ويتم توصيلها مع محول ثلاثي الأطراف إذا كان جهد أطراف المولد التزامني يختلف عن الجهد المفزن لمداخل التغذية المرتدة والمعطاة من قبل الشركة، ويمكن استخدام محول جهد أحداد الوجه، حيث يوصل أطراف ملفه الابتدائي بالأوجه A, C للمولد، ويوصل أطراف الملف الثانوي مع الأطراف E_1, E_3 كما هو واضح من الشكل (٣ - ٥).

2 أطراف المجال F^-, F^+ : ويتم توصيلها مع ملف مجال مولد الإثارة عبر مقاومة ثابتة يمكن معرفة قيمتها من دليل الاستخدام الخاص بالمنظم.

3 أطراف إعادة المغناطيسية المتبقية A, F^+ : وتوصى مع بطارية ومقاومة ضاغط

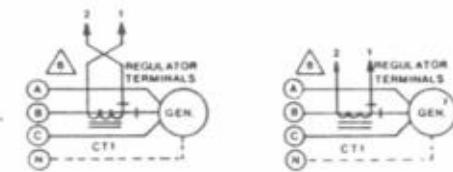
لإعادة المغناطيسية المتبقية لملف مولد مجال الإثارة عند فقدانها، وذلك عند توقف المولد مدة طويلة في العراء بدون استخدام، وذلك بالضغط على الصاغط.

٤ أطراف جهد المرجع ٦، ٧: وتوصى مع مقاومة متغيرة يمكن معرفة قيمتها من دليل استخدام منظم الجهد.

٥ أطراف القدرة الداخلية ٣، ٤: وتوصى مع محول جهد أحادى الوجه بمخارج المولد التزامنى الرئيسي إذا كان الجهد المقنن للقدرة الداخلية يختلف عن الجهد المقنن للمولد التزامنى، وتوصى هذه الأطراف مع المفتاح ٧ عند فتحه يصبح جهد خرج المولد مساوياً OV.

٦ أطراف التعويض عند توصيل عدة مولدات على التوازى ١، ٢: وتوصى هذه الأطراف مع محول تيار عند توصيل عدة مولدات تزامنية على التوازى، والشكل (٥ - ٤) يبين طريقة توصيل محول التيار إذا كان تتابع الوجه A-B-C (الشكل أ)، وكذلك إذا كان تتابع الوجه A-C-B (الشكل ب).

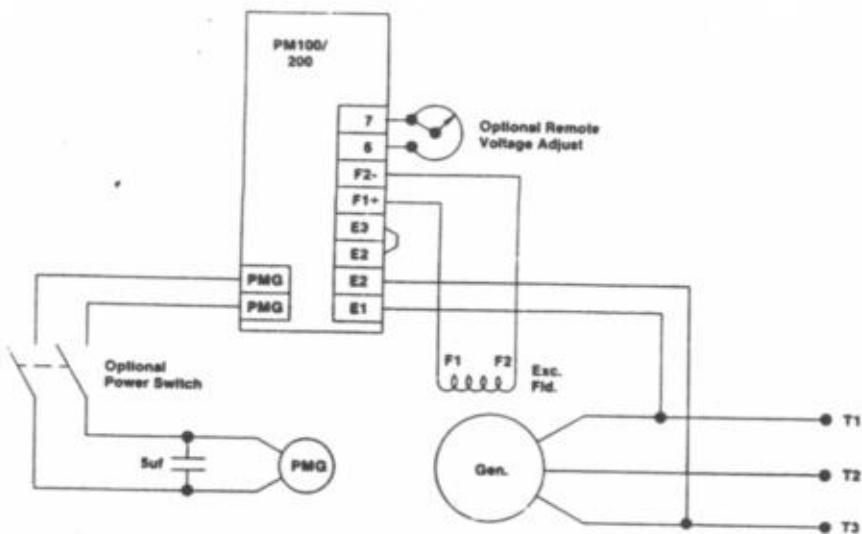
٧ مفتاح يعمل على فصل التيار عن مولد الإثارة في حالة الطوارئ ويوصل مع أطراف دخول القدرة الكهربائية للمنظم.



الشكل (٥ - ٤)

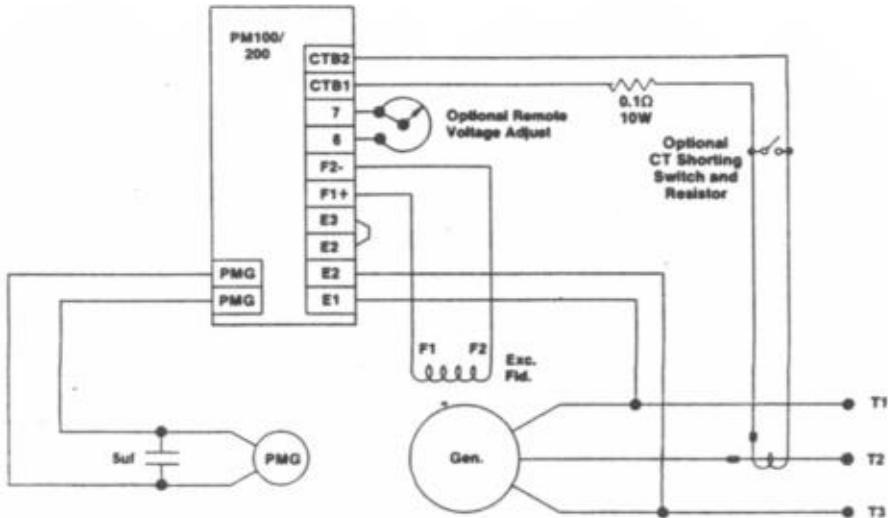
٢ / ١ - منظمات الجهد للمولدات ذات التغذية المنفصلة

الشكل (٥ - ٥) يعرض طريقة توصيل منظم جهد من صناعة شركة Marathon Electric الأمريكية والذي يستخدم مع المولدات ذات التغذية المنفصلة مع استخدام تغذية مرتبطة أحاديد الوجه.



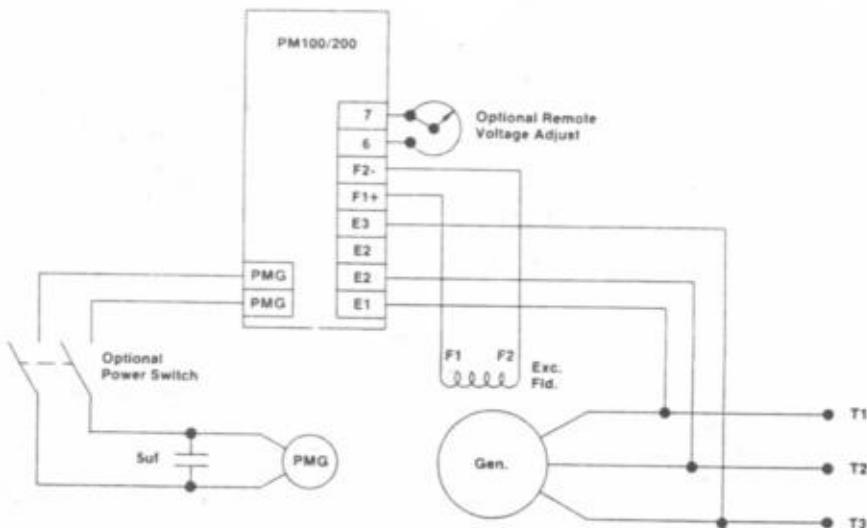
الشكل (٥ - ٥)

والشكل (٥ - ٦) يوضح طريقة توصيل منظم الجهد PM100/200 والمصنع بشركة Marathon electric الامريكية عند الحاجة لتوصيل المولد مع مولدات أخرى على التوازي ، مع استخدام تغذية مرتبطة أحادية الوجه؛ علماً بأن التوصيلة المبينة عندما يكون تتابع الأوجه C-B-A أما إذا كان تتابع الأوجه A-B-C تبدل أطراف محول التيار مع الأطراف CTB₁, CTB₂.



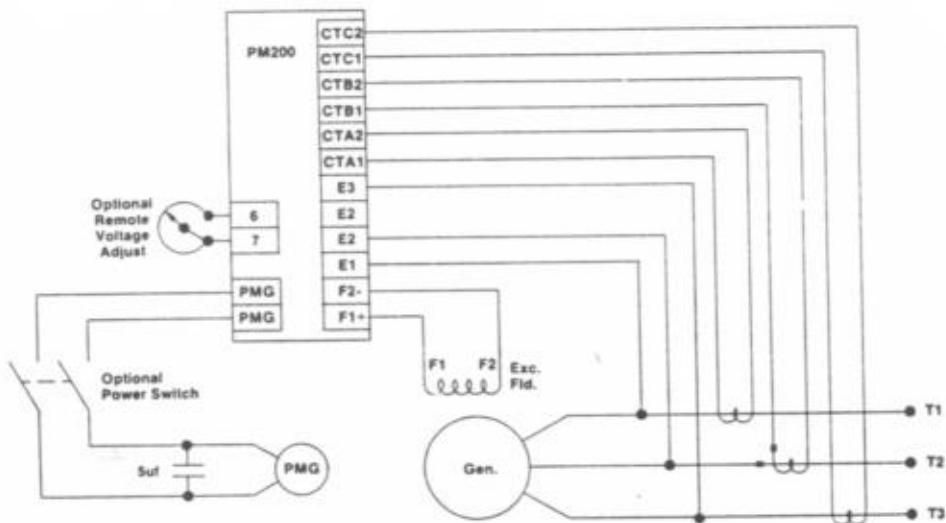
الشكل (٥ - ٦)

والشكل (٥ - ٧) يعرض مخطط توصيل منظم الجهد PM100/200، والمصنوع بشركة Marathon electric الامريكية مع استخدام تغذية مرتبطة ثلاثة الوجه، وعند الحاجة لتوصيل المولد مع مولدات أخرى على التوازي؛ علماً بأن التوصيلة المبينة عندما يكون تتابع الوجه C-B-A، أما إذا كان تتابع الوجه A-B-C تبدل أطراف محول التيار مع الأطراف . CTB₁-CTB₂



الشكل (٧ - ٥)

والشكل (٧ - ٥) يوضح طريقة توصيل منظم الجهد PM200، والمصنع بشركة Marathon electric الأمريكية من أجل تحديد تيار القصر، حيث يستخدم ثلاثة محولات تيار محول لكل وجه مع استخدام تغذية مرتبطة ثلاثة الوجه؛ علماً بأن هذه التوصيلة عندما يكون تتابع الأوجه C-B-A، وفي حالة إذا كان تتابع الأوجه A-B-C تبدل أطراف محول التيار الموصولة مع الأطراف CTB1-CTB2، وبهذه التوصيلة يمكن توصيل المولد مع مولدات أخرى على التوازي.



الشكل (٨ - ٥)

ويلاحظ في جميع الأشكال المبينة في هذه الفقرة ما يلى :

- ١ - الأطراف PMG, PMG توصل مع المولد الأحادي الوجه ذات المغناطيس الدائم لتغذية منظم الجهد بالقدرة الكهربائية اللازمة .
- ٢ - الأطراف 6, 6 توصل بمقاومة متغيرة للتحكم في جهد المرجع REF من بعد .
- ٣ - الأطراف - F1+F2- توصل بملف مجال مولد الإثارة .
- ٤ - الأطراف E1+E2, E3 توصل بملف مجال مولد الإثارة .
- ٥ - الأطراف CTA1, CTA2 توصل بمحول التيار الموجود على الوجه A .
- ٦ - الأطراف CTB1, CTB2 توصل بمحول التيار الموجود على الوجه B .
- ٧ - الأطراف CTC1, CTC2 توصل بمحول التيار الموجود على الوجه C .
- ٨ - يمكن توصيل مفتاح بالتساوي مع الأطراف CTB1, CTB2 ، حيث يعلق هذا المفتاح عند تشغيل المولد بمفرده .
- ٩ - يمكن توصيل أطراف المولد الأحادي ذات المغناطيس الدائم PMG بمفتاح

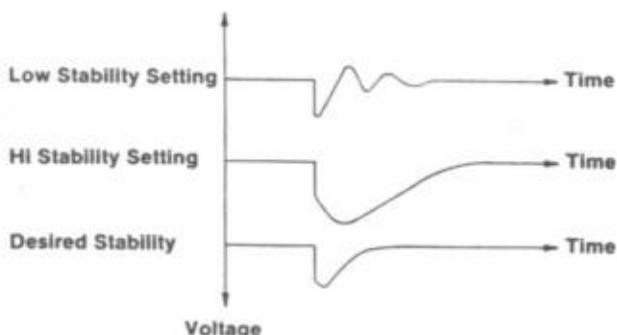
قطبين، فإذا كان المفتاح على وضع OFF يصبح خرج المولد 0V.

٣ / ١ / ٥ - نقاط المعايرة في منظمات الجهد

يوجد العديد من نقاط المعايرة في منظمات الجهد مثل:

- ١ - نقطة المعايرة الدقيقة للجهد Fine adjustment: وتستخدم لضبط جهد الخرج للمولد في المدى $\pm 10\%$ من الجهد المقصود.
- ٢ - نقطة المعايرة غير الدقيقة للجهد coarse adj: وتستخدم للضبط غير الدقيق لجهد خرج المولد.
- ٣ - نقطة معايرة الاستقرار Stability adjustment: وتستخدم في التحكم في زمن الاستجابة عند تغير أحمال المولد، فزيادة الاستقرار يعني زيادة زمن الاستجابة، وتقليل الاستقرار يعني تقليل زمن الاستجابة، وعادة ينصح بتقليل زمن الاستجابة مع ملاحظة خرج المولد بواسطة جهاز فولتميتر، حيث يتم قطع القدرة الداخلة عن منظم الجهد لمدة ثانية إلى ثانيةين، ومراقبة الجهد على أطراف المولد بواسطة الفولتميير، فإذا لم يتغير فإن هذا يعني أن الاستقرار جيد، أما إذا تغير الجهد يجب زيادة الاستقرار.

والشكل (٩ - ٥) يعرض العلاقة بين جهد الخرج والזמן في حالة الاستقرار المنخفض LOW Stability، والاستقرار العالى HI Stability، والاستقرار المثالى Desired Stability.

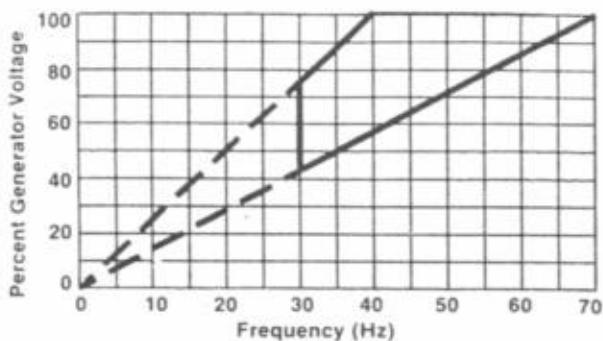


الشكل (٩ - ٥)

٤- نقطة معايرة انخفاض التردد under Frequency Adj: وتستخدم هذه المعايرة في ضبط ميل الجهد / التردد كنسبة ثابتة، وذلك عند اختيار تشغيل المولد تحت وظيفة انخفاض الجهد وفي حالة عدم اختيار وظيفة انخفاض الجهد مع التردد، فإن جهد المولد يكون ثابتاً مع أي قيمة للتردد. والشكل (٥ - ١٠) يبين حدود

المعايرة $\left(\frac{\text{الجهد}}{\text{التردد}} \right)$ وتتراوح ما بين (7/10 : 4/10).

والجدير بالذكر أن عمل المولد تحت وظيفة انخفاض الجهد مع التردد مفید جداً عند تغذية الحركات الكهربائية، حيث تجعل الحركات الكهربائية تعمل بامان عندما تقل سرعة المولد والذي ينتج عنه انخفاض لتردد خرج المولد.



الشكل (٥ - ١٠)

٥- نقطة معايرة انخفاض الجهد مع الاحمال الخشية Droop adjustment: وتستخدم هذه المعايرة عند توصيل المولدات على التوازي وينصح بضبط Droop، وذلك عند تشغيل المولد بمفرده وتحميمه عند الحمل الكامل بعامل قدرته 0.8 متأخر، ثم يتم ضبط Droop وصولاً لنسبة التخفيض المطلوبة في الجهد. وبعد الضبط إذا تم تحمل المولد بحمل حتى ولم يقل الجهد يجب مراجعة قطبية محول التيار المركب على الوجه B.

٦- نقطة معايرة حدود تيار المولد Generator current limit adj يمكن ضبط حدود تيار المولد ما بين (400% : 150%) من التيار المقصى، وتحدد قيمة تيار المولد الأقصى تبعاً لقيمة تيار القصر المتوقع عند القصر التمايل (قصر على ثلاثة أوجه)، والقصر غير التمايل (قصر على وجه أو وجهين مع التعادل) بحيث يكون هذا التيار كافياً لفصل القاطع الرئيسي للمولد في الوقت المناسب.

٤ - منظمات السرعة / ٥

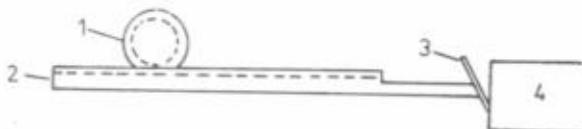
يمكن تقسيم منظمات السرعة إلى:

- ١ - منظمات سرعة يدوية.
- ٢ - منظمات سرعة الكترونية.
- ٣ - منظمات سرعة هيدروليكيّة ولن نتناولها في هذا الكتاب.

١/٥ - منظمات السرعة اليدوية

ويستخدم مع هذه المنظمات مفتاح له ثلاثة أوضاع وهم:

(Lower - OFF - Raise) ويعمل هذا المفتاح على التحكم في تشغيل محرك كهربائي يتم تحويل حركته الدوارة إلى حركة خطية باستخدام ترس وجريدة مسننة كما هو مبين بالشكل (١١ - ٥).



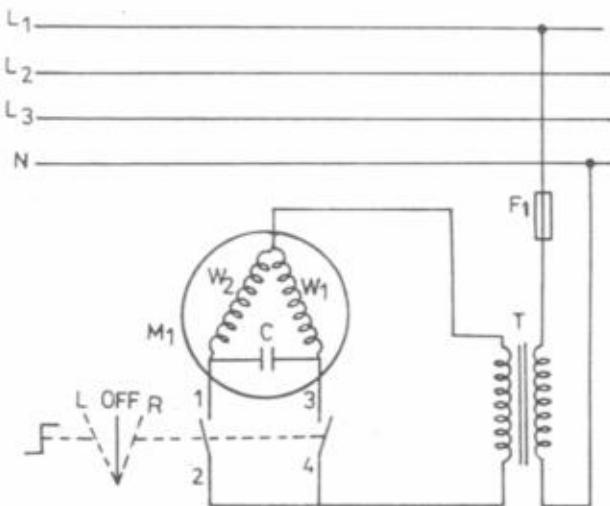
الشكل (١١ - ٥)

حيث إن:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| ١ | ترس مسنن |
| ٢ | جريدة مسننة |
| ٣ | ذراع التحكم في مضخة حقن ماكينة дизيل |
| ٤ | مضخة حقن ماكينة дизيل |

فعند دوران الترس ١ المثبت على عمود إدارة الحراك في عكس عقارب الساعة تتحرك الجريدة المسننة من جهة اليمين، فيقل معدل الضخ للمضخة، وبالتالي تقل سرعة ماكينة дизيل والعكس بالعكس.

والشكل (٥ - ١٢) يعرض الدائرة الكهربائية لمنظم السرعة اليدوى.



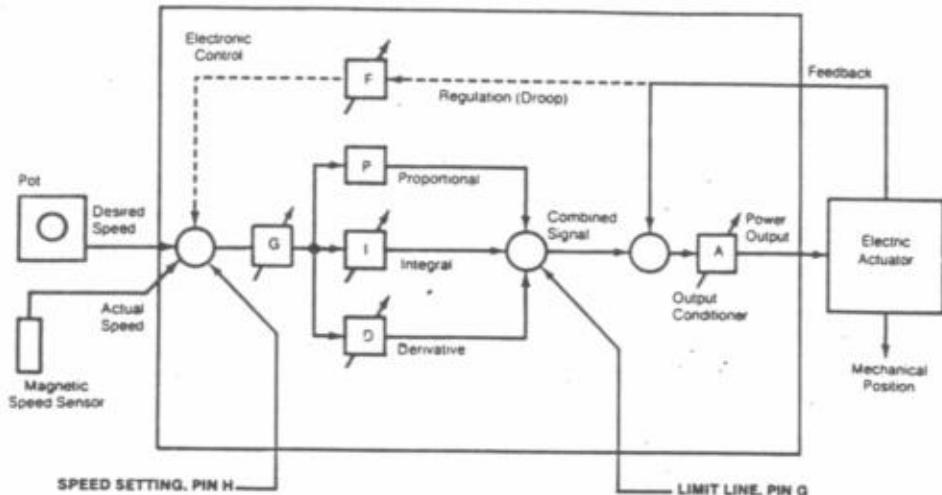
الشكل (١٢ - ٥)

حيث إن :

F_1	مصدر
S_1	مفتاح له ثلاثة أوضاع
T	محول
M_1	محرك أحادى الوجه

فعند وضع المفتاح S_1 على وضع تخفيف السرعة L، تغلق الريشة 2-1 / 1-2 فيصبح الملف W_2 م ملف دوران، والملف W_1 م ملف بدء، وذلك للمحرك M_1 فيدور الحرك عكس عقارب الساعة، وتحريك الجريدة المسنة جهة اليمين وتقل سرعة ماكينة дизيل. وعند وضع المفتاح S_1 على وضع زيادة السرعة R تغلق الريشة R-3 / 3-4 تغلق الريشة 2-1 / 1-2 فيصبح الملف W_1 م ملف دوران ويصبح الملف W_2 م ملف بدء ويدور الحرك في اتجاه عقارب الساعة، وتحريك الجريدة المسنة جهة اليسار وتزيد سرعة ماكينة дизيل. وعند وضع المفتاح S_1 على وضع OFF تفتح الريشة 2-1 / 1-2 والريشة 3-4 ويتوقف الحرك.

الشكل (٥ - ١٣) يعرض المخطط الصناعي لمنظم سرعة الكتروني من صناعة Barber - Colman company الأمريكية.



الشكل (١٣ - ٥)

حيث إن :

Pot	مقاومة متغيرة لاختيار السرعة المطلوبة
Magnetic speed sensor	مجس السرعة
C	مقارن
G	مكابر
P	منظم تناصبي
D	منظم تفاضلي
I	منظم تكاملي
Combined signal	جامع

دائرة القدرة

A

Electric actuator

عنصر الفعل الكهربائي

F

دائرة تحفيض السرعة مع الحمل

نظيرية عمل منظم السرعة:

بواسطة المقاومة المتغيرة Pot، يتم ضبط جهد المرجع عند السرعة المرغوبة، ويعمل المقارن C على إيجاد الفرق بين جهد المرجع والقادم من Pot مع الجهد المقابل للسرعة الفعلية للمولد والقادم من محس السرعة Magnetic speed sensor، ويعمل المكثف G على تكبير خرج المقارن C، ثم يدخل خرج المكثف G على المنظمات الالكترونية P, I, D، وخرج المنظمات تدخل على المقارن C والذي يعمل على مقارنة خرج المنظمات مع إشارة التغذية المرتدة لموضع عنصر الفعل الكهربائي، وخرج المقارن C يدخل على دائرة القدرة A لتهيئة خرج المقارن C، حتى يناسب عنصر الفعل الكهربائي، وتبعاً لخرج دائرة القدرة A، ويتغير وضع عنصر الفعل الكهربائي وصولاً لمعدل الضغط المناسب للسرعة المطلوبة. ويمكن إضافة موديول لتقليل السرعة مع الأحمال F، وهذا الموديول مفيد عند تشغيل المولد مع مولدات أخرى على التوازي كما سيتضح فيما بعد.

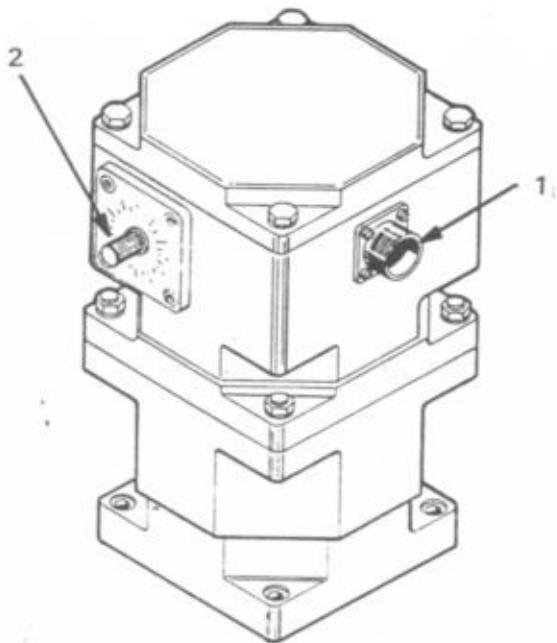
والشكل (١٤ - ٥) يعرض نموذجاً لعنصر فعل كهرومغناطيسي من إنتاج شركة Barber colman CO.، يعمل على التحكم في مضخة حقن الوقود لماكينة дизيل، ومن ثم التحكم في سرعة ماكينة дизيل.

حيث إن:

1

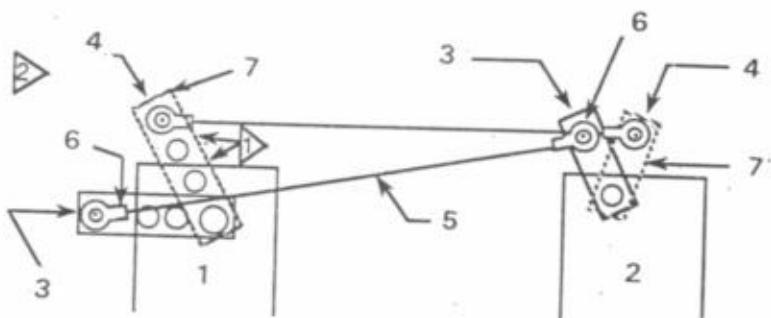
مدخل الموصلات

عمود يدور في الاتجاهين ويتحكم في مضخة الوقود الدوارة 2



الشكل (١٤ - ٥)

والشكل (٥ - ١٥) يوضح طريقة التحكم في سرعة ماكينة ديزل بواسطة عنصر فعل دوار كالملين في الشكل السابق، يتحكم في مضخة وقود دوارة، فنقطة البداية لعمود عنصر الفعل تقابل السرعة الصغرى Min، ونقطة النهاية تقابل السرعة القصوى.

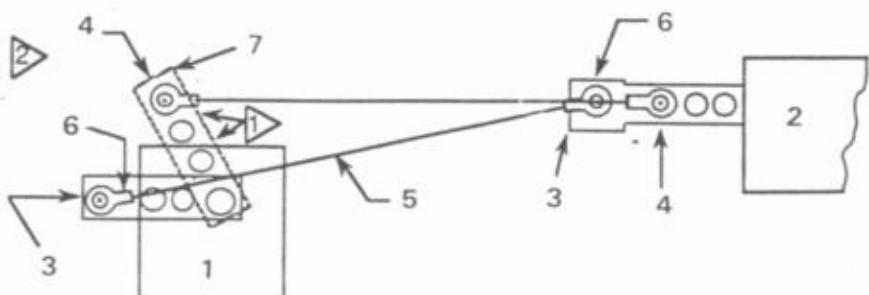


الشكل (١٥ - ٥)

حيث إن :

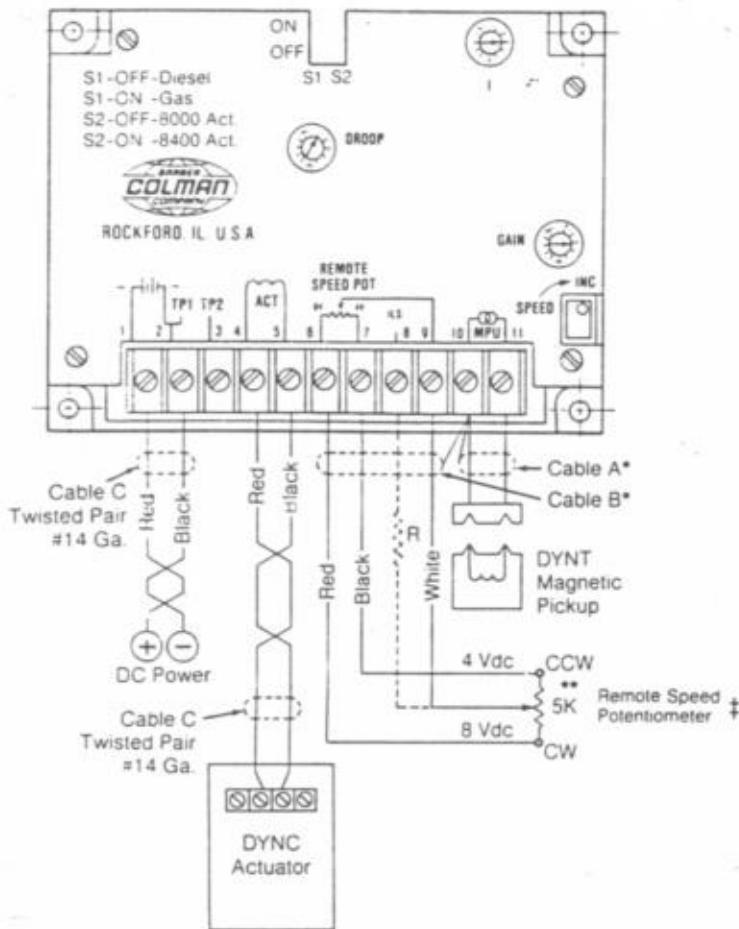
- | | |
|---|-------------------------|
| 1 | عنصر الفعل |
| 2 | مضخة الحقن الدوارة |
| 3 | وضع أقل معدل ضخ للوقود |
| 4 | وضع أعلى معدل ضخ للوقود |
| 5 | عمود |
| 6 | مفصل |
| 7 | ذراع توصيل |

والشكل (١٦ - ٥) يعرض طريقة التحكم في سرعة ماكينة ديزل باستخدام عنصر فعل دوار يتحكم في مضخة حقن خطية. علماً بأن العناصر الموجودة في هذا الشكل لا تختلف عن العناصر الموجودة في الشكل السابق.



الشكل (١٦ - ٥)

والشكل (١٦ - ١٧) يعرض مخطط توصيل منظم سرعة الكتروني من صناعة شركة Barber colman Co. الأمريكية.

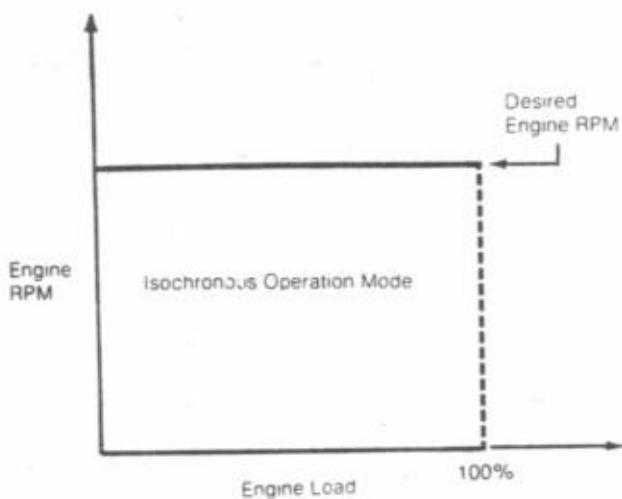


الشكل (١٧-٥)

حيث يتم تغذية منظم السرعة بجهد 24V+ من الأطراف 1, 2، بواسطة كابل مجدول للتقليل من تدخلات الرadio، ويستخدم كذلك قاطع 10A. وتوصيل الأطراف 5, 4 بعنصر الفعل الكهرومغناطيسي، ويتم توصيل الأطراف 9, 7, 6 بمقاومة متغيرة 5KΩ لتحكم في جهد المرجع المقابل للسرعة المرغوبة. أما الأطراف 10, 11 فتوصيل بمجس السرعة . Magnetic Pick up

وأهم نقاط المعايرة في منظمات السرعة ما يلى :

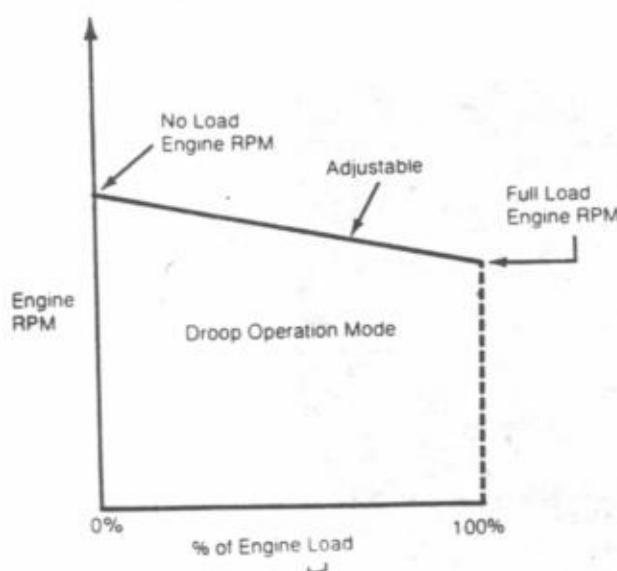
- نقطة معايرة السرعة Speed adjust و تستخدمن فى ضبط جهد المرجع عند السرعة المطلوبة.



- نقطة معايرة معدل انخفاض السرعة مع زيادة الحمل Droop.

والشكل

(١٨ - ٥) يبين العلاقة بين سرعة الماكينة RPM، والسبة المئوية لحمل الماكينة % Of Engine load



ففى (الشكل

١) فإن السرعة ثابتة عند أى قيمة للحمل، وتستخدم هذه الخاصية عند تشغيل المولد بالتزامن مع مولدات أخرى Is-chronous Operation Mode

الشكل (١٨ - ٥)

وفي (الشكل ب) فإن السرعة تقل كلما ازداد الحمل، ويمكن ضبط معدل الانخفاض في السرعة مع زيادة الحمل بواسطة نقطة Droop، وتستخدم هذه الخاصية بالتوافق مع الشبكة الموحدة (الكهرباء العمومية) Droop operation mode ولزيادة من التفاصيل ارجع للفقرة (٦ - ٥).

٣ / ٥ - وحدة التحكم في الماكينة (Ecu)

تقوم وحدة التحكم الالكترونية في الماكينة بالتحكم في بدء الماكينة يدوياً أو آوتوماتيكياً، وكذلك مراقبة أداء الماكينة وإعطاء بيان بالمشاكل التي قد تتعرض لها الماكينة أثناء الدوران أو عند بدء الدوران مثل:

١ - انخفاض ضغط زيت الماكينة Low pressure.

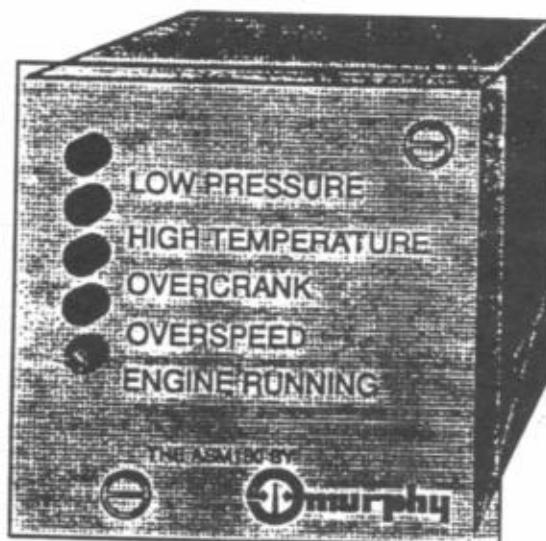
٢ - ارتفاع درجة حرارة ماء تبريد الماكينة High temperature.

٣ - فشل الماكينة في البدء مع تعدد الزمن الأقصى المسموح به Over crank.

٤ - زيادة سرعة الماكينة عن 15% من السرعة المقصورة Over speed.

بالإضافة إلى إعطاء بيان عن الدوران الطبيعي Engine Running.

والشكل (٥ - ١٩) يعرض نموذجاً لوحدة تحكم في الماكينة طراز ASM 150 من إنتاج شركة Murphy co. الأمريكية.



الشكل (٥ - ١٩)

ويوجد على وجه وحدة التحكم في الماكينة أربع وحدات مشعة حمراء لبيان الأعطال المختلفة، وموحد مشع أخضر لبيان حالة الدوران الطبيعي.

وتزود وحدة التحكم في الماكينة بنقطة لمعاييرة السرعة القصوى المسموح بها، وتزود أيضاً نقطة معايرة زمن الوصول عند البدء crank cycle ونقطة معايرة زمن الفصل عند البدء crank disconnect ونقطة معايرة عدد مرات محاولة البدء crank cycle attempt.

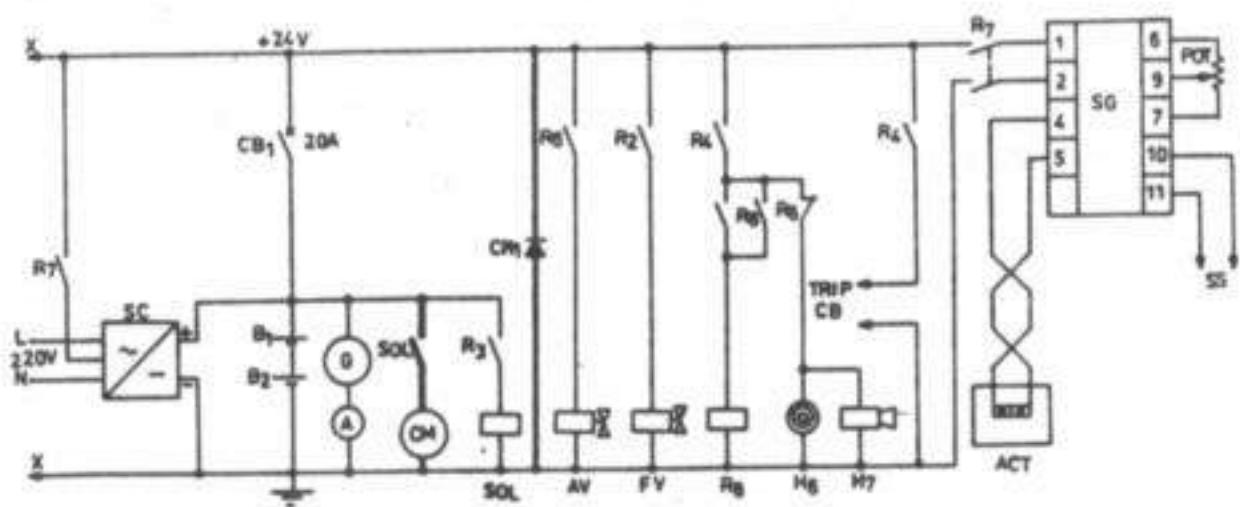
وعادة يتم ضبط نقطة معايرة السرعة القصوى عند 115% من السرعة المقصنة للماكينة، ويتم ضبط عدد مرات محاولة البدء مساوياً 4 مرات وضبط زمن الوصول والفصل عند البدء مساوياً 10S (عشر ثوان).

والشكل (٢٠ - ٥) يعرض مخطط التوصيل الكهربائى لوحدة التحكم فى الماكينة ECU، وكذلك منظم السرعة SG.

حيث إن:

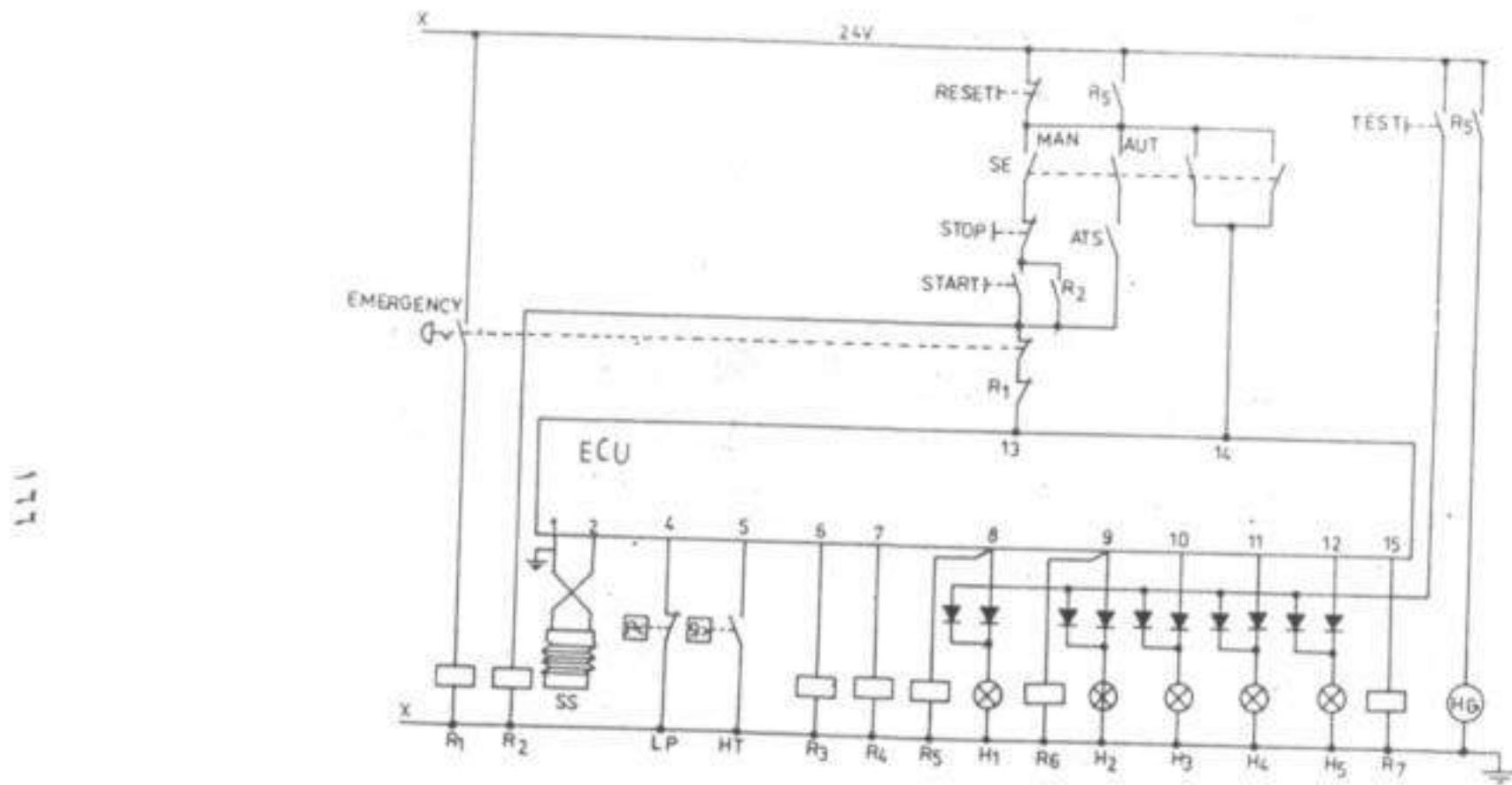
SE	مفتاح اختيار نوعية التشغيل للماكينة
Reset	ضاغط تحرير الخطأ
Stop	ضاغط الإيقاف اليدوى
Start	ضاغط التشغيل اليدوى
Test	ضاغط اختبار لميـان البيـان
Silence	ضاغط إسكات الإنذار الصوتى
ATS	ريـشـة من مـفـتـاحـ الـانتـقالـ الـآـتـومـاتـيـكـىـ
SS	مجـسـ السـرـعـةـ
SP	مـفـتـاحـ انـخـفـاضـ ضـغـطـ الـزيـتـ
ST	مـفـتـاحـ اـرـتـفـاعـ درـجـةـ حرـارـةـ المـاءـ
R1	ريـلـاـىـ إـيـقـافـ الطـوارـئـ

R2	ريلاي التشغيل اليدوى
R3	ريلاي البدء
R4	ريلاي الخطا العام في الماكينة
R5	ريلاي دوران الماكينة
R6	ريلاي زيادة سرعة الماكينة
R7	ريلاي التحكم في تشغيل منظم السرعة
R8	ريلاي إسكات الإنذار الصوتى
H1	لمبة بيان دوران الماكينة
H2	لمبة بيان زيادة السرعة
H3	لمبة بيان تعدد زمن البدء
H4	لمبة بيان زيادة درجة الحرارة
H5	لمبة بيان انخفاض ضغط الزيت
B	بطاريتان موصلتان على التوالى
G	مولد شحن البطارية
A	جهاز قياس تيار الشحن
CM	محرك بدء الماكينة
SDL	ملف تشغيل محرك البدء
AV	صمام خنق مدخل هواء الماكينة الثنائية الأشواط
FV	صمام الوقود
CR1	موحد يفصل القاطع عند انعكاس قطبية البطاريات
SC	وحدة شحن البطاريات الالكترونية عند وجود الكهرباء العمومية
CB1	قاطع حماية دائرة التحكم في الماكينة



مخطط (١)

الشكل (٢٠ - ٥)



مخطط (٤)

الشكل (٢١ - ٥)

لمبة الإنذار الوماضية

H6

بوق الإنذار

H7

To Trip CB

إلى فصل القاطع الرئيسي للمولد

SG

حاكم السرعة الالكتروني

POT

مقاومة ضبط السرعة

ACT

عنصر الفعل الكهرومغناطيسي

نظرية التشغيل :

عند وضع مفتاح اختيار الماكينة SE على وضع التشغيل اليدوى Man ، تغلق ريشة Man ، وعند الضغط على ضاغط بدء الماكينة Start يكتمل مسار تيار ريلاى البدء اليدوى R2 ، ويحدث إمساك ذاتى للريلاى بعد إزالة الضغط عن ضاغط البدء بواسطة الريشة المفتوحة R2 ، ويصل تيار كهربى لدائرة التحكم فى الماكينة Start ECU للنقطة 13 ، فيخرج جهد على الأطراف 15و6 فيعمل كل من الريلاى R3 (ريلاى البدء) ، والريلاى R7 (ريلاى الوقود) ، فتغلق الريشة المفتوحة R3 فيعمل ملف تشغيل محرك البدء SOL ، ومن ثم يعمل محرك البدء ، وفي نفس الوقت يصل الوقود لمضخة الحقن نتيجة لاكتمال مسار تيار صمام الوقود F.V حيث تغلق الريشة المفتوحة R2 ، ويعمل منظم السرعة SG بعد غلق ريش الريلاى R7 على التحكم فى مضخة الحقن ، ومن ثم التحكم فى معدل تدفق الوقود ، وعند الدوران الفعلى للماكينة فإن سرعة الماكينة ستترتفع ، وتصل إشارة جهد من عنصر الإحساس بالسرعة SS بالتردد المقابل للسرعة الفعلية للماكينة إلى الأطراف 2و1 لوحدة التحكم فى الماكينة ، وكذلك الأطراف 5و4 لحاكم السرعة SG ، فينقطع التيار الكهربى عن النقطة 6 لدائرة التحكم فى الماكينة ECU ، فى حين يصل تيار كهربى إلى النقطة 8 لوحدة التحكم فى الماكينة فيعمل الريلاى R5 (ريلاى دوران الماكينة) ، وكذلك يعمل عدد الساعات HG . ويقوم حاكم السرعة الالكتروني بضبط سرعة الماكينة عند السرعة المرغوبة والمعايرة بواسطة المقاومة المتغيرة POT .

المشاكل :

- ١ - عند زيادة سرعة الماكينة عن % 15 من السرعة المقننة والمعايرة بواسطة POT يعمل كلُّ من الريلاي R6، ولبة البيان H2، وكذلك ريلاي الخطأ العام R4 فيغلق صمام الهواء AV، ويعني دخول الهواء للماكينة وفي نفس الوقت تقطع وحدة التحكم في الماكينة التيار الكهربائي عن وحدة الفعل ACL، فتتوقف الماكينة في الحال، وكذلك يعمل البوق H7، ولبة الإشارة الوماضية H6، فينبه المشغل ويقوم بالضغط على ضاغط إسكات البوق Silence، فيعمل R8 ويفتح ريشته وينقطع مسار تيار الماكينة. وعند معالجة مشكلة زيادة السرعة يمكن الضغط على ضاغط التحرير Reset، لإعادة وحدة التوليد لحالتها الطبيعية.
- ٢ - عند محاولة بدء الماكينة في بادئ الأمر، فإن وحدة ECU تمرر تيار كهربائي إلى النقطة 6، والنقطة 15، وتعطى وحدة التحكم في الماكينة أربع محاولات للبدء كل مرة 10 ثوان، وللتوقف 10 ثوان أخرى، وفي حالة فشل الماكينة في البدء تضيء لمبة تعدد زمن البدء H3، ويعمل ريلاي الإنذار العام R4 وتبعاً يعمل البوق H7، وتضيء لمبة الإشارة الوماضية H6، ويمكن للمشغل إسكات البوق بواسطة ضاغط الإسكات Silence، ويمكن العودة للحالة الطبيعية بواسطة ضاغط التحرير Reset.
- ٣ - عند ارتفاع درجة حرارة ماء التبريد . فإن مفتاح درجة الحرارة ST سوف يغلق، فتنفصل النقطة 5 لوحدة التحكم في الماكينة بالأرضي فتقطع وحدة التحكم في الماكينة ECU التيار الكهربائي عن R7، فينقطع التيار الكهربائي عن حاكم السرعة، والذي يقوم بدوره بفصل التيار الكهربائي عن وحدة الفعل ACT، فتتوقف الماكينة، وفي نفس الوقت يعمل ريلاي الخطأ العام للماكينة R4 وتضيء لمبة البيان H4، وي العمل البوق H7، وكذلك تضيء لمبة الإشارة الوماضية H6، ويمكن بواسطة ضاغط Silence إسكات صوت البوق، وبواسطة ضاغط التحرير Reset تحرير الإنذار وإعادة وحدة التوليد للحالة الطبيعية .

٤ - عند انخفاض ضغط زيت التبريد تعود ريشة مفتاح الضغط SP مغلقة، فتعمل لبة بيان انخفاض الضغط H5، ويتكرر ما سبق في الحالات السابقة.

والجدير بالذكر أن المودع CR1 يعمل على فصل القطاع CB1 عند انعكاس قطبية البطارية، أما المولد G فيشحن البطارية أثناء دوران الماكينة، وتعمل وحدة الشحن الالكترونية SC على شحن البطاريات عند وجود تيار المصدر الطبيعي، وعند انقطاع التيار العمومي وعمل المولد تفصل هذه الوحدة، نتيجة لغلق الريشة المفتوحة للريلاي R7 والموصولة بها. كما أنه يمكن تشغيل الماكينة اوتوماتيكياً عند انقطاع الكهرباء العمومية، وذلك بوضع مفتاح اختيار الماكينة SE على وضع Aut؛ علماً بأن الماكينة سوف تعمل تلقائياً عند انقطاع الكهرباء العمومية، وذلك نتيجة لغلق ريشة مفتاح الانتقال اوتوماتيكي ATS والذي سوف نتناوله بالتفصيل فيما بعد.

٥ / ٤ - مفتاح الانتقال اوتوماتيكي (ATS)

إن وظيفة مفتاح الانتقال اوتوماتيكي هو نقل الاموال الكهربائية من المصدر الطبيعي (الكهرباء العمومية) إلى وحدة التوليد، وذلك عند انخفاض الجهد أو التردد وصولاً للقيمة المعاير عليها المفتاح، وكذلك إعادة الاموال الكهربائية إلى المصدر الطبيعي عند عودة التيار الكهربائي مع اتفاق قيم جهد وتردد المصدر الطبيعي مع القيم المعاير عليه ATS.

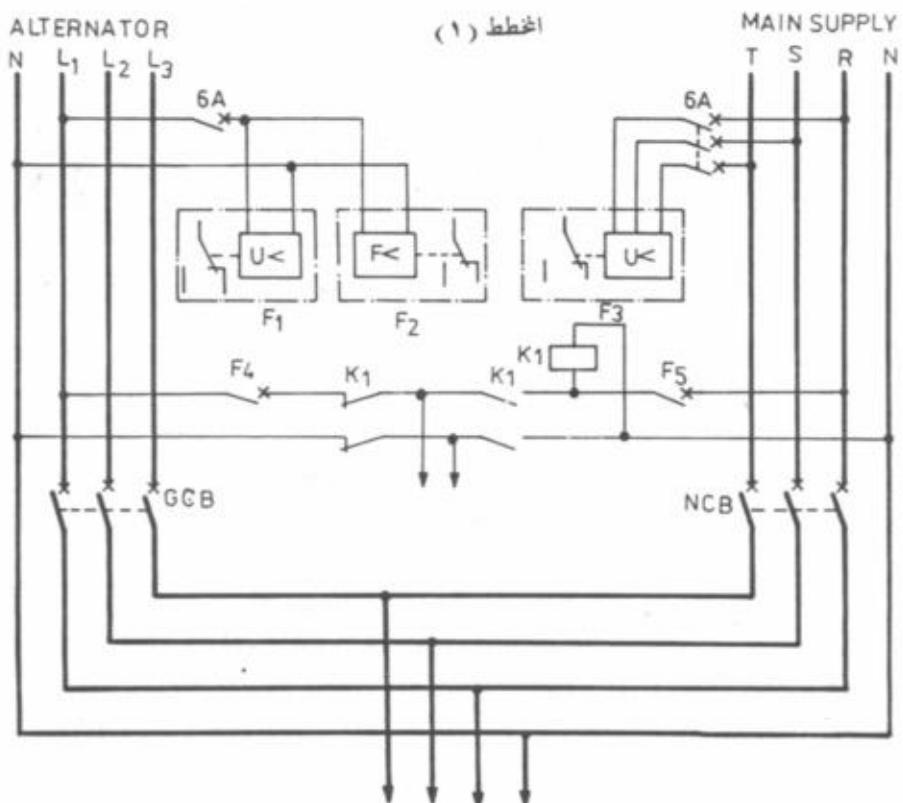
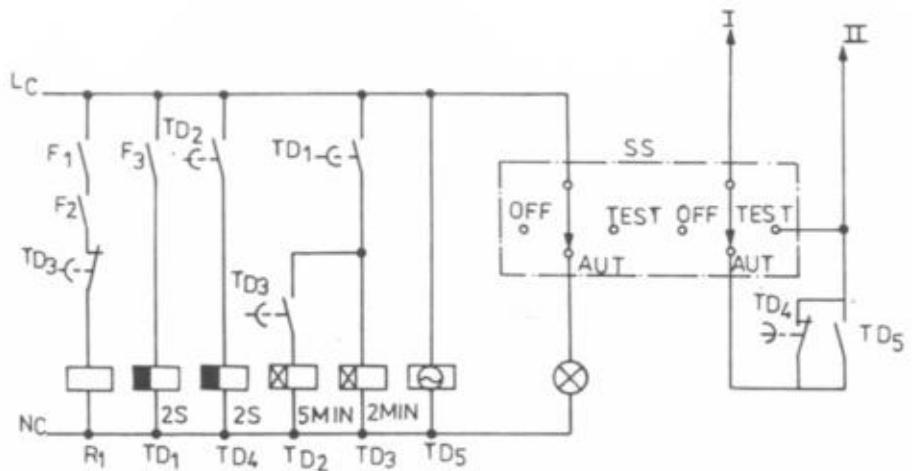
ويوجد نوعان من مفاتيح الانتقال اوتوماتيكي وهما كما يلى :

- ١ - مفاتيح انتقال اوتوماتيكي سابقة التجهيز، وتكون مزودة بميكروبروسسور.
- ٢ - مفاتيح انتقال اوتوماتيكي يتم تجهيزها باستخدام مجموعة عناصر مختلفة.

وسوف نتناول في هذه الفقرة أحد مفاتيح الانتقال اوتوماتيكي التي يمكن بناؤها بمجموعة من العناصر المختلفة محلياً. فالشكل (٥ - ٢١) (مخطط ١) (مخطط 2) - (مخطط 3) يعرض المخططات الكهربائية لأحد مفاتيح الانتقال اوتوماتيكية فالخط (1) يعرض دائرة التحكم، والخط (2)، يعرض الدائرة الرئيسية، والخط (3) يعرض دائرة القواع� الكهربائية.

حيث إن:

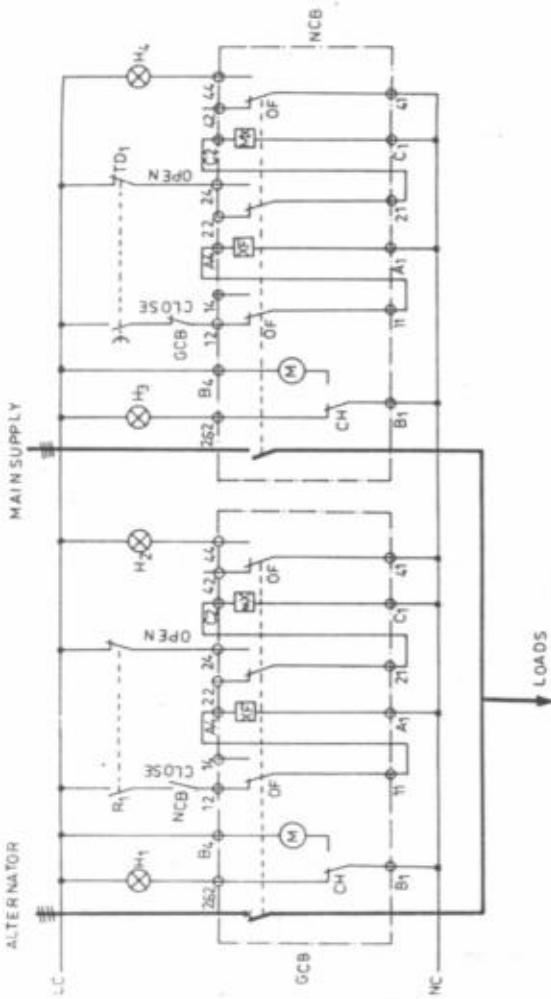
NCB	قاطع المصدر الرئيسي
GCB	قاطع وحدة التوليد العاملة بماكينة дизل
F1	ريلاى انخفاض جهد وحدة التوليد
F2	ريلاى انخفاض تردد وحدة التوليد
F3	ريلاى انخفاض جهد المصدر الرئيسي
K1	كونتاكتور المحفظة على مصدر تغذية دائرة التحكم
XF	ملف غلق القاطع
MX	ملف فتح القاطع (عنصر فصل توازى)
M	محرك شحن يابى القاطع
OF	ريش إضافية للقاطع
CH	نهاية مشوار محرك شحن يابى القاطع
H1, H3	لبات بيان شحن يابى غلق القاطع
H2	لمبة بيان وجود وحدة التوليد فى الخدمة
H4	لمبة بيان وجود المصدر الرئيسي
R1	ريلاى يعمل عند عمل وحدة التوليد
TD1	مؤقت يؤخر عند الفصل (2S) وذلك عند انقطاع المصدر الرئيسي
TD2	مؤقت يؤخر عند التوصيل (5MIN) ويعمل على تبريد ماكينة дизل
TD3	مؤقت يؤخر عند التوصيل (2MIN) وهو خاص بالتأخير عند العودة لل المصدر الرئيسي
TD4	مؤقت يؤخر عند الفصل (2S) وهو خاص بتأخير دوران الماكينة
TD5	مؤقت مبرمج يعمل على تشغيل الماكينة ثلات ساعات أسبوعياً



المخطط (٢)

الشكل (٥ - ٢٢)

المخطط (٣)
الشكل (٢٣ - ٥)



نظريّة التشغيل:

لاختبار مفتاح الانتقال الآوتوماتيكي ATS تقوم بوضع مفتاح الاختيار SS على وضع Test، فتغلق الاطراف II وتعمل ماكينة дизيل.

اما إذا وضع مفتاح الاختيار SS على وضع Aut، ففي حالة وجود المصدر الرئيسي يكون NCB في حالة غلق، حيث إن ريلاي انخفاض الجهد F3 سيكون في حالة تشغيل، وبالتالي يغلق ريشته المفتوحة F3 فيعمل TD1 على عكس حالة ريشه، ومن ثم يكتمل مسار غلق القاطع NCB.

اما عند انقطاع مصدر القدرة الرئيسي تعود ريش ريلاي انخفاض الجهد F3 لحالتها الطبيعية، فينقطع التيار الكهربائي عن ملف المؤقت TD1، ويقوم المؤقت بعكس حالة ريشه بعد تأخير زمني مقداره (2S)، وذلك من أجل ضمان عدم عودة المصدر الرئيسي مرة أخرى. فينقطع مسار الغلق Close للقاطع NCB، في حين يكتمل مسار الفتح open لهذا القاطع، وفي نفس اللحظة ينقطع التيار الكهربائي عن المؤقت TD2 و TD3، وتبعاً ينقطع التيار الكهربائي عن المؤقت TD4، فتعود ريش هذا المؤقت لحالتها الطبيعية بعد تأخير (2S)، وتغلق الريشة TD4 الموصولة بين الاطراف II و I لمفتاح الانتقال الآوتوماتيكي والمتصلة بوحدة التحكم في ماكينة дизيل لوحدة التوليد، فتدور الماكينة.

وعندما يصبح جهد أطراف وحدة التوليد عند القيمة المفتوحة له يعمل F1. وعندهما يصبح تردد خرج وحدة التوليد عند القيمة المفتوحة له يعمل F3 وتبعاً ي العمل الريلاي R1 فيكتمل مسار غلق القاطع GCB وتغذى الأحمال من وحدة التوليد. وعند عودة المصدر الرئيسي يغلق ريلاي انخفاض الجهد F3 ريشته المفتوحة، فيعمل المؤقت TD1، وتبعاً يعمل المؤقت TD3. وبعد تأخير زمني مقداره دقيقتين للتأكد من عودة المصدر الرئيسي، يعكس هذا المؤقت ريشه، فينقطع مسار تيار الريلاي R1، ويكتمل مسار تيار فتح GCB، ويفتح القاطع وفي نفس الوقت يكتمل مسار تيار قاطع المصدر الرئيسي لتنقل الأحمال إلى المصدر الرئيسي ويعمل المؤقت TD2، وبعد تأخير زمني مقداره خمس دقائق، تغلق ريش المؤقت TD2 المفتوحة،

فيكتمل مسار تيار المؤقت TD4 ، ويفتح المؤقت ريشته المغلقة الموصولة بالأطراف II وI، فتتوقف الماكينة وذلك بعد دورانها خمس دقائق بدون تحويل.

ويضاف المؤقت المبرمج TD5 ، والذى يتم برمجته على اليوم والساعة، وزمن التشغيل كل أسبوع، وبذلك يعمل هذا المؤقت على غلق ريشته المفتوحة بين الأطراف ATS I, II لفتح فى اليوم والساعة المحددة والمبرمج عليه وذلك من أجل الحفاظة على كفاءة ماكينة дизيل.

الباب السادس

تشغيل المولدات على التوازي

تشغيل المولدات على التوازي

١ / مقدمة

يوجد عدة أسباب لتشغيل المولدات على التوازي وهم كما يلى:

- ١- زيادة السعة الكلية لمنظومة القدرة الكهربية (KVA).
- ٢- إتاحة استمرارية الخدمة عند تعطل أحد المولدات.
- ٣- عدم توفر المكان المناسب لتشغيل مولد كبير.

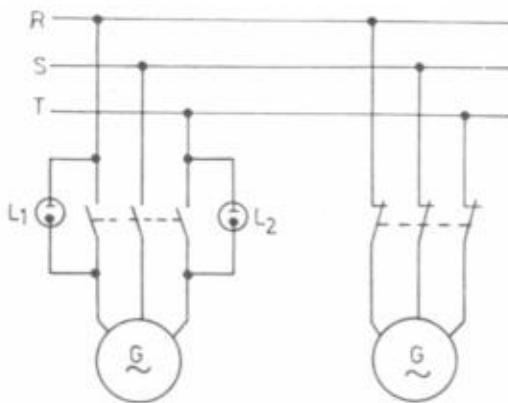
وحتى يمكن تشغيل مجموعة مولدات على التوازي يجب تحقق المتطلبات الآتية:

- ١- جهود كل المولدات تكون متساوية.
- ٢- اتفاق تتابع الأوجة لجميع المولدات R-S-T أو 3 L1-L2-L3 أو A-B-C.
- ٣- تساوى التردد لجميع المولدات.
- ٤- اتفاق اختلاف الأوجة لجميع المولدات.
- ٥- توزيع الأحمال على المولدات تبعاً لمقنن كل مولد.

٦ - التزامن اليدوى

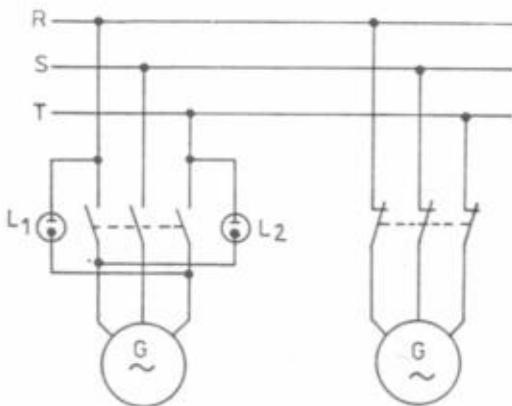
ويستخدم فى ذلك جهاز التوافق (السينكروسكوب)، وكذلك اللمبات لتحديد الاختلاف الوجهى بين المولد الداخل وقضبان التزامن العمومية Bus bar. وهناك ثلاث توصيلات لللمبات المستخدمة فى التزامن وهم كما يلى:

- ١- التزامن عند إعتماد اللمبات: ويستخدم فى ذلك لمبتيين L1, L2، ويتم توصيلها كما بالشكل (٦ - ١) وتكون اللحظة المناسبة للتزامن لحظة إعتماد اللمبتين L1, L2.



الشكل (٦ - ١)

٢- التزامن عند نصوع اللمبات: ويستخدم في ذلك لمبتيين L_1, L_2 ، يتم توصيلها كما بالشكل (٦ - ٢) وتكون اللحظة المناسبة للتزامن لحظة نصوع اللمبتين.

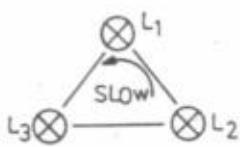


الشكل (٦ - ٢)

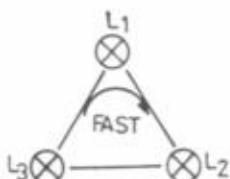
٣- التزامن عند انطفاء لمبة ونصوع لمبتيين: ويستخدم في ذلك ثلاث لمبات L_1, L_2, L_3 ، تكون مرتبة على شكل مثلث كما بالشكل (٦ - ٣).

فعندهما يكون توهج L_1 أعلى من توهج L_2 أعلى من توهج L_3 ؛ أي أن توهج

المصابيح يكون في عكس اتجاه عقارب الساعة، يعني أن سرعة المولد الداخلي منخفضة SLOW ، والعكس بالعكس.



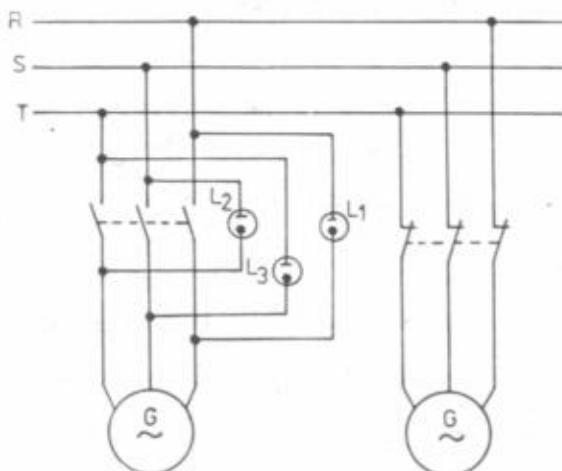
أى أنه عندما يكون توهج L₃ أعلى من توهج L₂ أعلى من توهج L₁ يعني أن توهج المصايبع يكون في اتجاه عقارب الساعة، يعني أن سرعة المولد الداخلي عالية Fast . وتعتبر اللحظة المناسبة للتزامن هي اللحظة التي تنطفئ فيها اللامبة L₁، وتنصع فيها اللامبتين L₂,L₃.



الشكل (٦ - ٣)

والشكل (٦ - ٤) يوضح طريقة توصيل اللامبات L₁,L₂, L₃ مع المولد الداخلي.

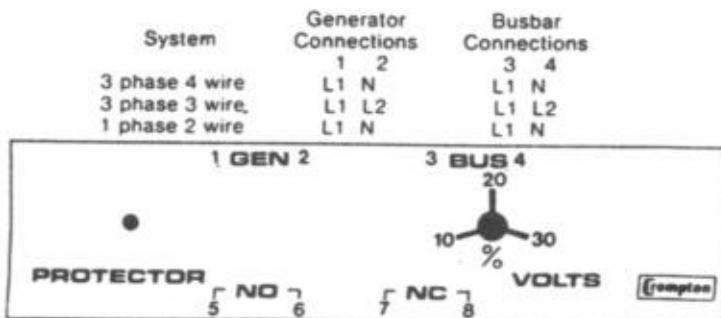
والمجدير بالذكر أن جهد تشغيل اللامبة يجب أن يكون على الأقل ضعف الجهد المقاول للمولد (جهد الخط) ، فإذا لم يكن ذلك متاحاً يجب توصيل مقاومة بالتوكالى مع كل لامبة . وينصح عادة باستخدام هذه الطريقة عند إجراء التزامن اليدوى .



الشكل (٦ - ٤)

٦ / ١ - ريلاتي اختبار التزامن Sync- Check relay

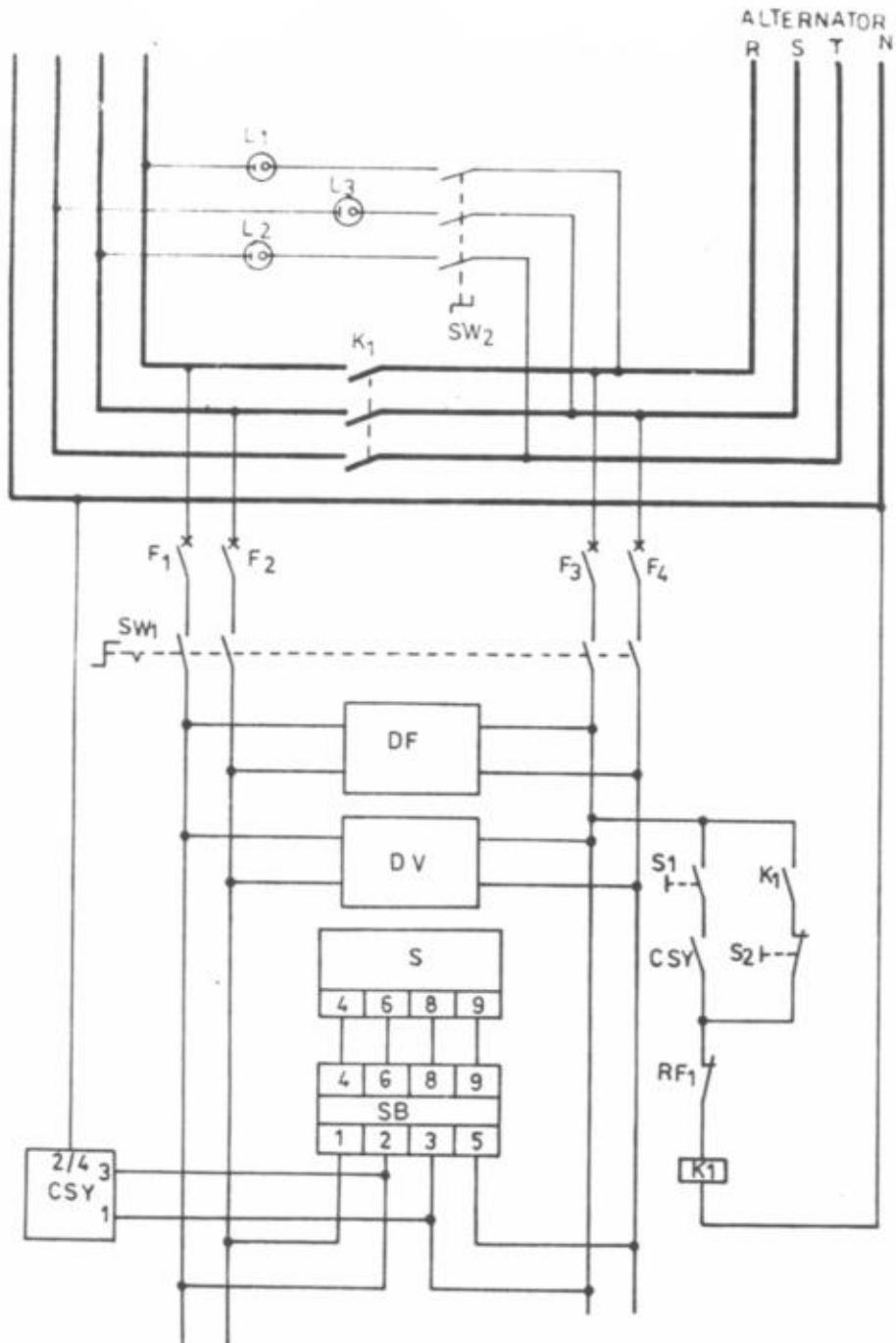
يقوم ريلاتي اختبار التزامن بالسماح بإدخال المولد يدوياً / أوتوماتيكياً على قضبان التزامن بدون خوف من إحداث تلف للمولد، حيث تتغير حالة الريش الإضافية لريلاتي اختبار التزامن عندما يكون مستوى الجهد والتردد والاختلاف الوجهى فى حدود التزامن. والشكل (٦ - ٥) يعرض المقطع الرأسى لريلاتي اختبار التزامن المصنع بشركة Crompton الإنجليزية.



الشكل (٦ - ٥)

ويلاحظ أن الريلاتي مزود بنقطة لمعايير التفاوت المسموح به في الجهد لحظة التزامن، ويتراوح ما بين 10:30%， ويتحمل هذا الريلاتي تغير في جهد المولد والقضبان يصل إلى (+30%:-25%) من الجهد المقنن للريلاتي ..

والشكل (٦ - ٦) يعرض دائرة التزامن المستخدمة في إجراء التزامن بين مولد-Al ternator ، وقضبان التزامن Bus. علماً بأنه عند تحقيق مطالب التزامن فإن ريلاتي اختبار التزامن لن يغلق ريشته المفتوحة إلا بعد تأخير زمني مقداره 400mS للتأكد من عدم تغير أحد هذه المتطلبات .



الشكل (٦ - ٦)

حيث إن :

F1: F4	قواطع دائرة تيارها المعنـ 2A
DV	فولتميتر بتدریج مزدوج
DF	جهاز قياس تردد بتدریج مزدوج
S	جهاز توافق (سينكروسكوب)
SB	صندوق مقاومات السينكروسكوب
SW1	مفتاح تشغيل مجموعة التزامن
SW2	مفتاح تشغيل لمبات التزامن
L1: L3	لمبات التزامن
Alternator	المولد
Loads	الاحمال
K1	كونتاكتور وصل وفصل المولد مع الاحمال
S1	ضاغط إدخال المولد
S2	ضاغط فصل المولد
CSY	جهاز اختبار حالة التزامن
RF1	ريلاى الخطأ العام علماً بأن ملفه غير مبين بالشكل

نظريـة عمل الدائـرة :

لإدخال المولد على الاحمال يتم غلق كل من SW1, SW2 مع مراقبة جهد المولد والحمل بواسطة DV، ومراقبة تردد المولد وال الحمل بواسطة DF، ومراقبة الاختلاف الوجهى بين المولد والحمل بواسطة S، وكذلك لمبات التزامن L1 : L3 ، فعند تساوى الجهدان والترددات، وعند توقف مؤشر السينكروسكوب فى أعلى وضع، وعند انطفاء اللامـة L1، ونـصـوـعـ اللـمـبـتـيـن L2, L3 فى هـذـهـ الحـالـةـ نـكـونـ قدـ وـصـلـنـاـ لـوـضـعـ التـزـامـنـ،ـ فيـتـمـ الضـغـطـ عـلـىـ الضـاغـطـ S1ـ،ـ وـنـظـرـاـ لـتـحـقـقـ شـرـوـطـ التـزـامـنـ فـإـنـ جـهـازـ اـخـتـارـ التـزـامـنـ

سوف يغلق ريشته المفتوحة، وكذلك فإن ريلات الخطوط العام RF1 سوف يكون في حالة فصل لعدم وجود أي مشكلة، وبالتالي تكون ريشته المغلقة طبيعياً NC كما هي، فيكتمل مسار تيار الكونتاكتور K1، ويعمل الكونتاكتور ليدخل المولد للخدمة لتغذية الأحمال.

والجدير بالذكر أنه يجب الحذر من توصيل خطوط تعادل المولدات غير المتماثلة معاً؛ لأن ذلك يؤدي لإحتراقها. وذلك لاختلاف شكل موجات الجهد المتولدة من المولدات غير المتماثلة، الأمر الذي يؤدي لظهور العديد من التوافقيات العالية المستوى High Level Harmonics ، والتي تؤدي لإمرار تيارات في وصلات التعادل، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة ملفات العضو الثابت للمولدات بالدرجة التي تؤدي لاحتراقه إذا لم توجد وسائل الحماية المناسبة من ارتفاع درجة حرارة الملفات.

٣/٦ - التزامن الآوتوماتيكي

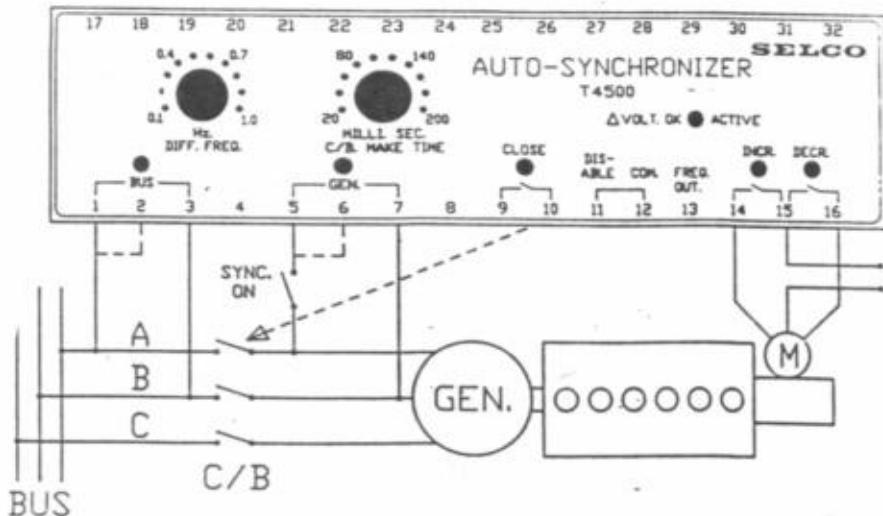
لقد اتضح من الفقرة السابقة أن التزامن اليدوي يحتاج قيام المشغل بضبط كل من سرعة وجهد كل مولد وصولاً للحظة المناسبة للتزامن، وفي حالة إخفاق المشغل في ذلك، فإنه لن يستطيع الوصول لحالة التزامن حتى ولو استخدم جهاز اختبار التزامن Check Synchronizer ، الأمر الذي يحتاج إلى مشغلين مهرة لتشغيل المولدات على التوازي يدوياً.

وحتى يمكن الاستغناء عن المشغل الماهر، يستخدم جهاز التزامن الآوتوماتيكي Automatic-Check Synchronizer والذي يراقب كلًّ من الجهد والتردد والاتفاق الوجهى، فإذا كانت قيم هذه المتغيرات خارج الحدود المطلوبة، فإنه يرسل إشارات تحكم لأجهزة التحكم في هذه المتغيرات للوصول بها إلى الحدود المطلوبة لإنقاص عملية التزامن.

٤/٣/٦ - جهاز التزامن الآوتوماتيكي Auto- Synchronizer

ويستخدم هذا الجهاز لإجراء عملية التزامن بين مولد وآخر، أو مولد وقضيب التزامن بدون تدخل أي شخص في عملية التزامن، مما يقلل من مشاكل التزامن

المحتملة. ويقوم هذا الجهاز بضبط تردد وزاوية وجه المولد الداخلي، وذلك بإرسال إشارة تحكم لحاكم السرعة Speed Governer للمولد الداخلي وصولاً للتزامن. والشكل (٦ - ٧) يعرض مخطط توصيل جهاز تزامن آوتوماتيكي من صناعة شركة SELCO الإنجليزية.



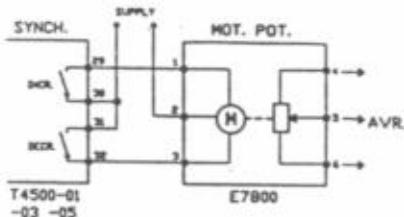
الشكل (٦ - ٧)

ويلاحظ أن الأطراف 16, 15, 14 توصل بالمحرك المؤازر المستخدم في التحكم في مضخة الحقن لحاكمية إدارة المولد الداخلي، في حين توصل الأطراف 3, 2, 1 بوجهين من أوجه قضيب التزامن، أما النقاط 5, 6, 7 فتوصل مع وجهين من أوجه المولد، وذلك عبر ريشة التحكم في بدء عملية التزامن Sync.ON. ويمكن أن تكون هذه الريشة من مفتاح الانتقال الآوتوماتيكي ATS. وعند الوصول لحالة التزامن تقوم الريشة 10, 9 بتشغيل القاطع CB الخاص بالمولد الداخلي، فيدخل المولد الداخلي على التوازي مع قضيب التزامن. ويزود هذا الجهاز بنقطة معايرة لمعاييرة الاختلاف المسموح به في التردد أثناء عملية التزامن، ويترافق Diff.Freq ما بين

(0.1 : 1.0 HZ)، وكذلك يزود بنقطة معاير المعايرة زمن التأخير لغلق قاطع المولد الداخلي بعد توفر شروط التزامن، ويتراوح ما بين (20:200ms).

والجدير بالذكر أن تردد المولد الداخلي لحظة التزامن يكون أكبر من تردد قضيب التزامن بالقيمة المعايرة عليها نقطة معايرة فرق التردد، ويكون فرق الجهد بين المولد الداخلي وقضيب التزامن تقربياً صفراءً، وعند الاتفاق الوجهى بين المولد وقضيب التزامن تغلق الريشة المفتوحة لجهاز التزامن الآوتوماتيكي 9-10 بتأخير زمني يتطابق القيمة المعايرة عليها نقطة معايرة زمن التأخير، ويغلق قاطع المولد فيدخل المولد بالتوازي مع قضيب التزامن.

والجدير بالذكر أن جهاز التزامن الآوتوماتيكي يعطى إمكانية لضبط جهد المولد أيضاً، ولكن هذا يحتاج لمقاومة متغيرة بمحرك Motor Pot توصل كما بالشكل (٦ - ٨)، حيث توصل المقاومة المتغيرة ذات المحرك مع منظم جهد المولد الداخلي، وعادة يحتاج محرك المقاومة المتغيرة لجهد إضافي يكون عادة جهد دوائر التحكم للمولد مثل: +24V، وبذلك يمكن لجهاز التزامن الآوتوماتيكي الوصول بجهد المولد الداخلي للقيمة المطلوبة.



الشكل (٦ - ٨)

٦ / ٤ - تقسيم القدرة غير الفعالة بين المولدات الموصلة على التوازي
عند توصيل مولدين معاً على التوازي، وعند عدم حدوث اتزان في المجال

الرئيسي للمولدات، فإن هذا سيؤدي إلى تحرير تيار دوار بين المولدات، وهذا سيظهر في صورة معامل قدرة متأخر للمولد الذي له مجال زائد، في حين يظهر في صورة معامل قدرة متقدم للمولد الذي له مجال منخفض، وتسمى هذه الحالة بحالة دوران التيارات غير الفعالة. وفيما يلى أهم الطرق المستخدمة للحد من دوران التيارات غير الفعالة. بين المولدات الموصلة على التوازي:

١ - التعويض بتخفيض القدرة غير الفعالة Reactive Droop Compensation وتحتاج هذه الطريقة إلى:

١ - توصيل الملف الثانوى لموللات التيار الموصلة مع منظمات الجهد AVR'S للمولدات الموصلة على التوازي داخل حلقة مغلقة.

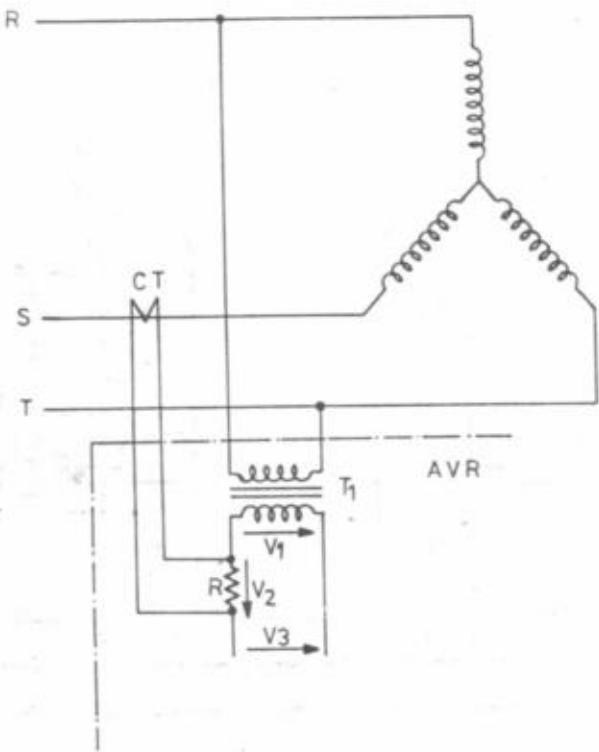
ب - تماثل دوائر التوازي Parallel Compensation في منظمات الجهد للمولدات الموصلة على التوازي.

ج - يجب أن تكون محولات التيار لها ملفات ثانوية معزولة عن الخطوط الرئيسية للمولدات؛ علماً بأن عدد المولدات التي يمكن توصيلها على التوازي ليس له عدد محدد.

د - يجب استخدام قاطع رئيسي لكل مولد مزود ببريشة مغلقة طبيعياً تحدث قصر على ثانوى محول التيار، عندما يكون المولد متوقفاً.

ويمكن فهم نظرية عمل دوائر التعويض بتخفيض القدرة غير الفعالة من الشكل

(٦ - ٩).



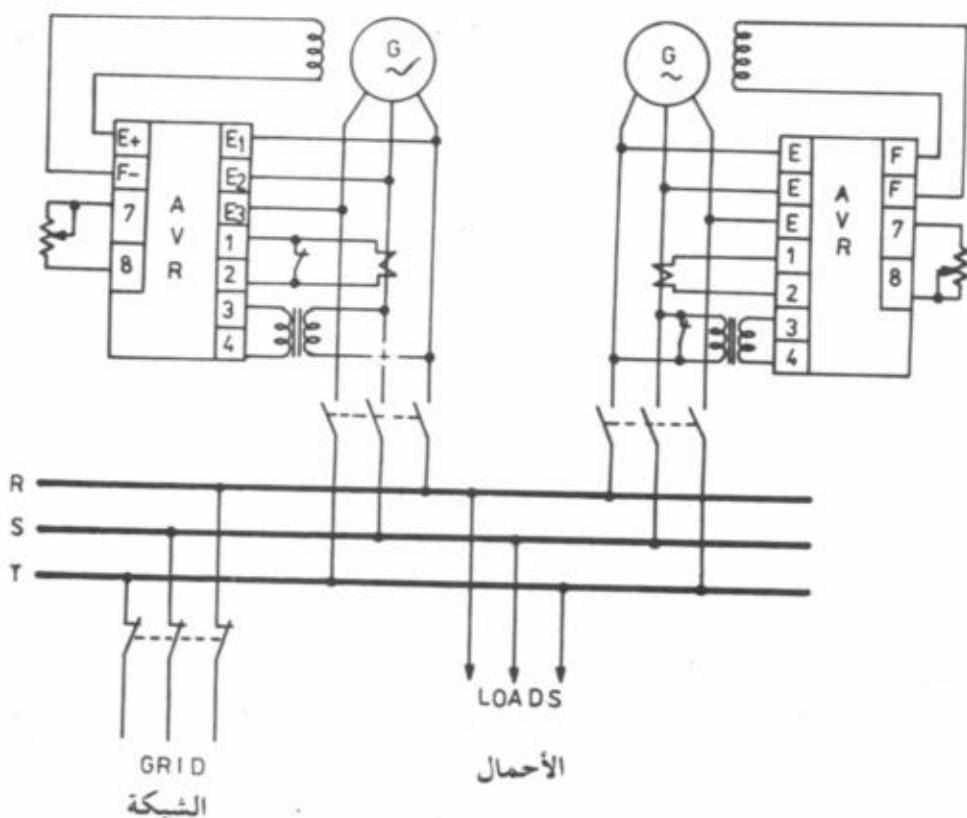
الشكل (٩ - ٦)

ويلاحظ أن جهد التغذية المرتدة والذي يصل إلى منظم الجهد AVR ، وهو محصلة جهد الملف الثانوى خارج الجهد T_1 ، وجهد ثانوى محول التيار CT والمشكل على المقاومة R ؛ أي أن الجهد V_3 هو محصلة الجهد V_1 (جهد ثانوى محول الجهد T_1) ، والجهد V_2 (جهد ثانوى محول التيار المتشكل على المقاومة R).

فكلاًما كان معامل القدرة للمولد متاخراً ازداد جهد التغذية المرتدة المحصل، فيقل تيار المجال . وعندما يكون معامل القدرة للمولد متقدماً انخفض جهد التغذية المرتدة المحصل V_3 . ازداد تيار المجال ازداد جهد خرج المولد .

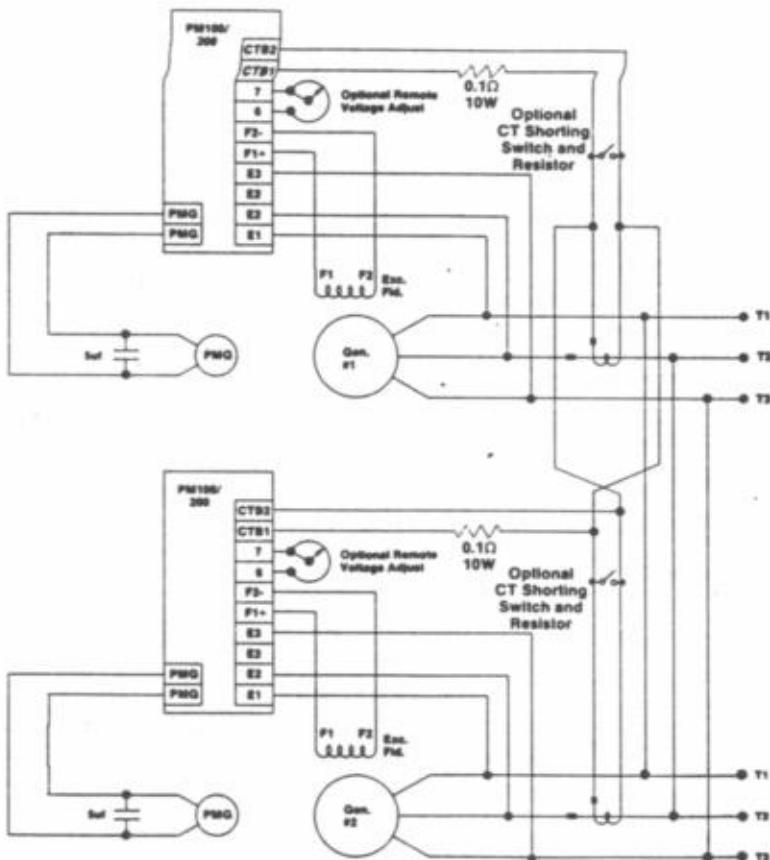
وعند حدوث قصر على أطراف المولد يصبح معامل القدرة للمولد متاخراً جداً، أي يقترب من الصفر الأمر الذي يؤدي لتقليل تيار المجال لأقل قيمة ممكنة.

والشكل (٦ - ١٠) يبين طريقة توصيل المولدات على التوازي على قضيب عمومي واحد (أى متصل بالشبكة الموحدة).



الشكل (٦ - ١٠)

٢ - التخفيض الفرقى للقدرة غير الفعالة Reactive Differential Comp وتنستخدم هذه الطريقة عند توصيل المولدات على التوازي على قضيب خاص بهم وغير متصل بالشبكة الموحدة كما بالشكل (٦ - ١١). علماً بأن توصيلة محولات التيار الموضحة في هذا الشكل عندما يكون تتابع الأوجه C-B-A، أما إذا كان تتابع الأوجه A-B-C يجب عكس أطراف محول التيار مع الأطراف CTB₂, CTB₁.



الشكل (١١ - ٦)

وفي هذه الطريقة فإن كل الإشارات المولدة من محولات التيار تلغى بعضها عندما تكون تيارات المولدات متساوية ومتتفقة في الوجه، وبالتالي لن يحدث تخفيض لجهد التشغيل العام للمجموعة. ويلاحظ أنه يجب توصيل ريشة مغلقة من قاطع المولد بالتوازى مع الملف الثانوى لحول التيار، وذلك لمنع حدوث انخفاض لجهد المولدات العاملة معاً على التوازى فمحول تيار المولد المتوقف لا يكون له إشارة تعويض كباقي المولدات ، كما أن عدم استخدام هذه الريشة يجعل جهد المولد

الداخل متذبذباً، مما يمنع إمكانية إحداث تزامن له مع باقي المولدات حيث يجب أن تبقى هذه الريشة مغلقة لحين دخول المولد على قسيب التزامن.

أما عند عمل المولد بمفرده يجب أن تكون الريشة الموصولة بالتوازي مع محول التيار مغلقة لمنع وصول أي إشارة إلى دائرة التعويض أثناء عمل المولد بمفرده.

٦ - تقسيم الأحمال بين المولدات التي تعمل على التوازي

يوجد طريقتان لتشغيل المولدات على التوازي وهما:

١ - طريقة Droop أي تقليل السرعة مع زيادة الأحمال. وتستخدم هذه الطريقة عند تشغيل مجموعة مولدات بالتوازي مع الشبكة الموحدة، وتعرف النسبة المئوية للتخفيف (Droop%) من المعادلة التالية:

$$\text{Droop\%} = \frac{F_n - FF}{F_n} \times 100 \rightarrow 6.1$$

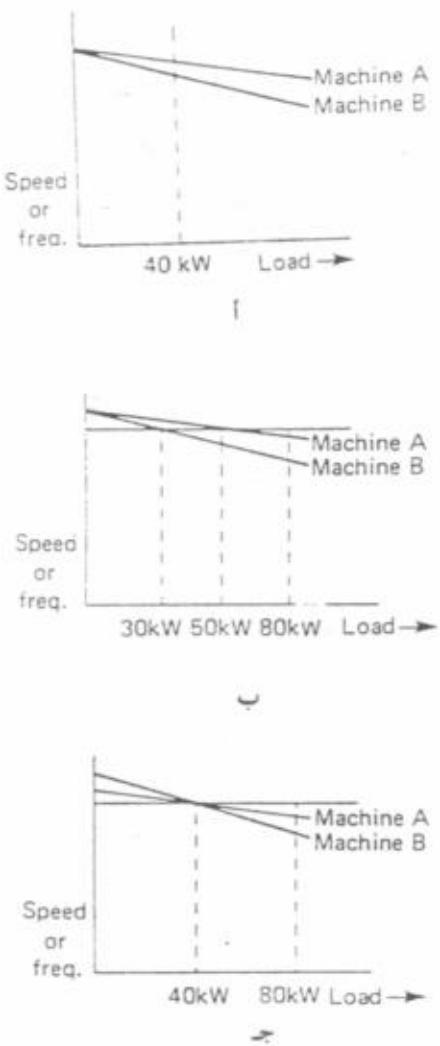
حيث إن:

$$\begin{array}{l} F_n \quad \text{التردد عند اللاحمل} \\ FF \quad \text{التردد عند الحمل الكامل} \end{array}$$

فعد توصيل مولد محكم بمنظم سرعة يعمل بطريقة Droop مع الشبكة الموحدة (الكهرباء العمومية)، فإذا كان الحمل الخلوي أكبر من قدرة المولد فإن الشبكة سوف تعوض هذا الفرق، أما إذا كان الحمل الخلوي أقل من قدرة المولد فإن قدرة المولد الفائضة سوف تغذي للشبكة الموحدة. والشكل (٦ - ١٢) يعرض ثلاث حالات لتوزيع الأحمال على مولدتين A, B يعملان بطريقة Droop. فالشكل (أ) إذا كان المولدان لا يعملان على التوازي، (والشكل ب) إذا كان المولدان يعملان على التوازي وهم في حالة عدم اتزان، ويلاحظ أن الأحمال غير مقسمة بالتساوي عند السرعة المقننة.

فالمولد A محملاً بـ 30KW ، والمولد B محملاً بـ 50KW . وال الحمل الكلي 80KW .

(والشكل جـ) إذا كانت المولدات تعمل على التوازى وهى فى حالة اتزان . ويلاحظ أن الأحمال مقسمة بالتساوي عند السرعة المفتوحة، فكل مولد يحمل بحمل مقداره 40KW، وال الحمل الكلى لهما 80KW، ومن ذلك نستنتج أن تقسيم الأحمال غير المناسب مع قدرة المولدات يؤدى إلى عدم استقرار تشغيل مجموعة المولدات الموصولة على التوازى، فزيادة الأحمال على أحد المولدات عن الحد المسموح به يؤدى إلى فصل القاطع الخاص بالمولد، ومن ثم يزداد الحمل على باقى المولدات فتخرج المولدات الواحد بعد الآخر، ومن أجل الوصول إلى تقسيم متساو للأحمال بين المولدات العاملة بطريقة Droop يلزم الأمر ضبط منظم سرعة هذه المولدات على جهد مرجعى واحد، ونسبة مئوية للتخفيض واحد Droop% وهذا عملى لا يمكن تحقيقه؛ لذلك كان من الضرورى استخدام جهاز تقسيم أحمال Load Sharer مع كل مولد للوصول للتقسيم المطلوب .



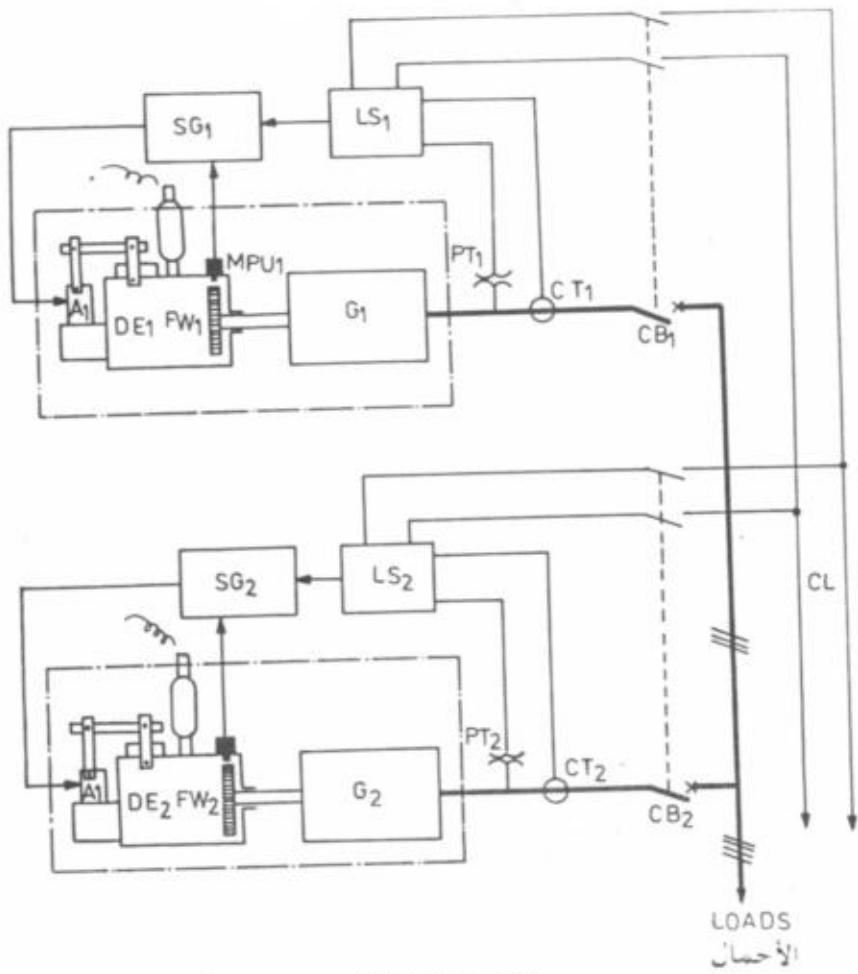
الشكل (٦ - ١٢)

٢ - طريقة Ischronous أي ثبات السرعة مع تغير الأحمال. وتستخدم هذه الطريقة عادة لتشغيل مجموعة من المولدات بالتوازى في معزل عن الشبكة الموحدة . والجدير بالذكر أنه عند تشغيل مولدين على التوازى كليهما محكم بمنظم

سرعة يعمل بطريقة Ischronous يكون من المستحيل ضبط القيمة المرجعية لسرعتيهما عند قيمة واحدة، الأمر الذي سيجعل المولد الذى له سرعة مرجعية أكبر محملاً بكل الحمل، والمولد الذى له سرعة مرجعية أقل غير محمل، وهذا بالطبع يحتاج لنظام تحكم قادر على معرفة أحمال كل المولدات؛ لذلك يستخدم جهاز تقسيم أحمال Load Sharer لكل مولد مع توصيل مقسمات الأحمال معاً بخط اتصالات *Communication Link* كما بالشكل (٦ - ١٣) .

حيث إن :

G_1, G_2	المولدات الموصلة على التوازي
DE_1, DE_2	ماكينات дизيل للمولدات
A_1, A_2	عناصر فعل مضخات حقن ماكينات дизيل
MPU_1, MPU_2	مجسات السرعة
SG_1, SG_2	منظومات السرعة
LS_1, LS_2	مقسمات أحمال المولدات
CT_1, CT_2	محولات تيار
PT_1, PT_2	محولات جهد
CL	خط اتصالات
Loads	الأحمال



الشكل (٦ - ١٣)

١ / ٥ - تقسيم الأحمال يدوياً على المولدات التي تعمل على التوازي

بعد إدخال مولد على التوازي مع مولد آخر يلزم تحميل المولد الداخلي بالحمل الخاص به، ويتم ذلك برفع سرعة المولد الداخلي بواسطة حاكم السرعة حتى يحمل بالحمل المطلوب، ويتم التتحقق من ذلك بواسطة جهاز قياس الكيلووات وجهاز الأميتر، أما إذا وجد أن المولد الداخلي قد حمل زائد فإنه يجب تقليل الحمل عليه بواسطة تقليل سرعته بواسطة حاكم السرعة الخاص به.

والجدير بالذكر أنه يجب تقسيم الأحمال على المولدات تبعاً لمقنن كل مولد، ويتم ذلك بمقارنة قراءات أجهزة الأميترات الخاصة بهم بتياراتهم الأساسية، وعند خروج أحد المولدات الموصولة على التوازي من الخدمة يجب إعادة تقسيم الأحمال على المولدات التي في الخدمة، ويجب أن نفرق بين عدم الاتزان في تقسيم الأحمال والناتج عن فشل المشغل في تقسيم الأحمال، وبين التيارات الدوارة التي تسبب عدم اتزان قراءة الأميترات. والمثال التالي يوضح ذلك.

(مولدان) سعة كلٌ منها 100KVA موصلان على التوازي، وكانت أحmal المولدات 150KVA ولها معامل قدرة 0.8 متأخر . وفيما يلى ثلاث حالات مختلفة لتوزيع الأحمال على المولدين كما يلى :

PF	KVA	KW	A	V	الحالة الأولى:
0.8	75	50	108	400	المولد الأول
0.8	75	50	108	400	المولد الثاني

ويلاحظ تساوى القدرة الفعلية للمولدين 50KW ، والقدرة الظاهرة KVA ومعامل القدرة 0.8، وهذه الحالة هي الحالة المثالية حيث يوجد تقسيم متباين للأحمال مع عدم وجود تيار دوار بين المولدين.

PF	KVA	KW	A	V	الحالة الثانية:
0.8	100	80	144	400	المولد الأول
0.8	50	40	72	400	المولد الثاني

ويلاحظ اختلاف القدرة الفعلية والقدرة الظاهرة والتيار للمولدين، وهذا يدل على توزيع غير متباين وعدم وجود تيار دوار.

الحالة الثالثة:	V	A	KW	KVA	PF
المولد الأول	400	192	80	133	0.6Lag
المولد الثاني	400	62	40	43	0.93Lead

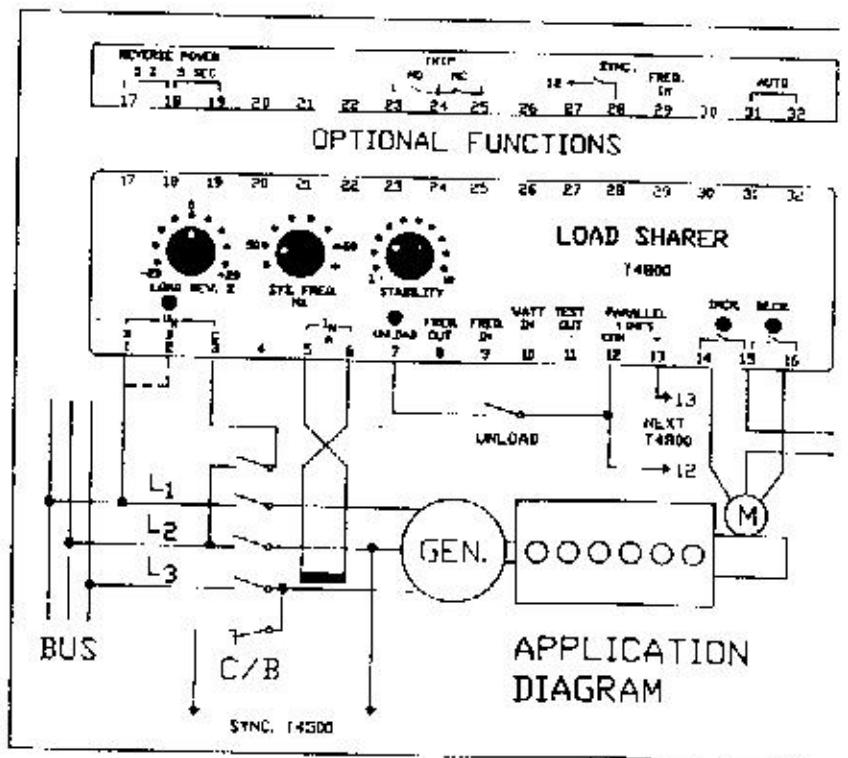
ويلاحظ عدم تساوى القدرة الفعالة ولا القدرة الظاهرية ولا التيار ولا معامل القدرة، وحيث إن المولد الأول يكون محملاً بقدرة ظاهرية مقدارها 133KVA عند معامل قدرة 0.6 متأخر Log، وبالتالي فإن المولد الأول سوف يتعرض لحمل زائد يؤدى لفصل قاطعة الرئيسى أو تلف، إما العضو الثابت أو العضو الدوار، أما المولد الثاني فإنه يكون غير محملاً بحمله الكامل.

والجدير بالذكر أن معامل القدرة المتأخر Lag أو المتقدم Lead صعب ملاحظته إلا باستخدام أجهزة قياس معامل القدرة لكل مولد.

٤ / ٦ - جهاز تقسيم الأحمال Load Sharer

تستخدم أجهزة تقسيم الأحمال فى تقسيم الأحمال على المولدات المترادفة، وكذلك التحكم فى تردد المولدات. ويخصص جهاز تقسيم أحمال لكل مولد.

والشكل (٦ - ١٤) يعرض مخطط توصيل جهاز تقسيم أحمال من صناعة شركة SELCO البريطانية.



(٦ - ١٤)

ويلاحظ أن الأطراف (١، ٣) أو (٢، ٣) توصل مع الأوجه L₁, L₂ للمولد. تبعاً لجهد أطراف المولد عبر ريشد مفتوحة من قاطع المولد. أما الأطراف ٥، ٦، ٧ فتوصلاً مع أطراف محول تيار مثبت على الأوجه L₁, L₂ مع ملاحظة قطبية سحول التيار ويجب التأكد من صحة تتابع الأوجه للمولد.

ويوجد ريشدان إضافيتان مفتوحتان طبيعياً في مقسم الأحمال بين النقاط (١٤، ١٥، ١٦) تعمل على تحكم في محرك مؤازر وتحكم في مضخة الحقن لماكينة الدiesel، ومن ثم التحكم في سرعة الماكينة.

وتوصل الأطراف (12، 13) لقسم الأحمال مع دليلها على مفهومات الأحمال المولدة الأخرى الموجهة معاً على التوازن.

ويتمكن تشغيل المولد بدون حمل وذلك بغلق ريشة مفتاح بين الأطراف 7، 12 لقسم الأحمال . وعند توصيل المولد مع الكهرباء العمومية بأنوارى يجب عمل قصر بين النقطتين 12، 8 ، وذلك لعدم الحاجة ناهيك في التردد ، ويتمكن التحكم في تردد المولد تبعاً للإشارة فادمة إلى النقطتين 12، 9، وهذه الإشارة يمكن الحصول عليها من جهاز التزامن الآتوماتيكي أثناء خمسة التردد فقط، وتستخدم الريشة القلاب 24، 23، 22 لفصل قاطع المولد عند انعكاس الفدرة أو عند انخفاض حمل المولد عن القيمة المعايرة عليها جهاز رقم 10.

عند انعكاس 10% من الفدرة المتقدمة للمولد على المولد، وبعد تأخير 10S (عشرة ثوانى) يحدث تحكم بحالة الريشة القلاب 25 - 24 - 23 ، وكذلك عند انخفاض حمل المولد عن 5% من الحمل المقرر أنه يحتمل فصل للمولد نتيجة لانعكاس الريشة القلاب 25 - 24 - 23.

ويجب عذر تفسير بين النقطتين 32 - 31 في حالة المعايرة لفصل المولد عند انخفاض حمل المولد عن 5% من الحامل المقرر له.

وفيما يلى نقاط المعايرة في جهاز قسم الأحمال الذى يصدره:

١ - نقطة معايرة انحراف الأحمال Load Dev %، ورد: راوح انحراف الأحمال المجموع به ما بين (20% + 20%) وتستخدم هذه الخاصية فى التقسيم الدقيق للأحمال او فى حالة توصيل المولدات ذات السرعات المختلفة.

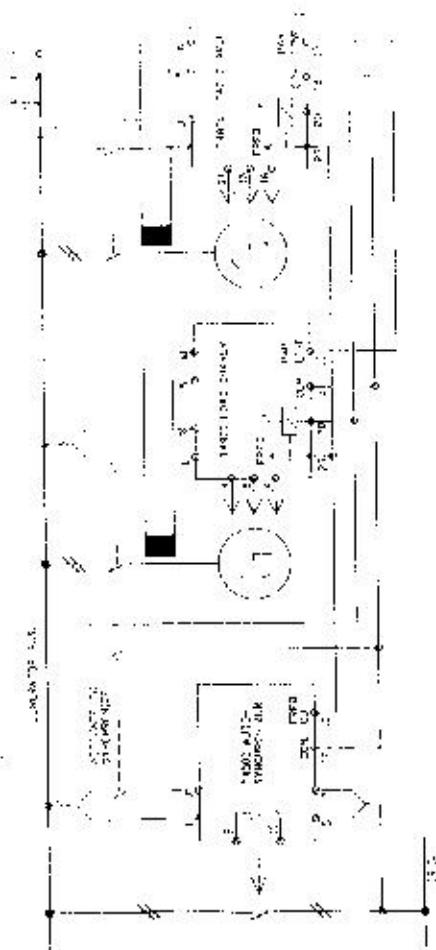
٢ - نقطة معايرة التردد Sys.Freq ويتم ضبطه على 50 HZ، عندما يكون تردد الشبكة 50 HZ، او ضبطها على 60 HZ، عندما يكون تردد الشبكة 60 HZ.

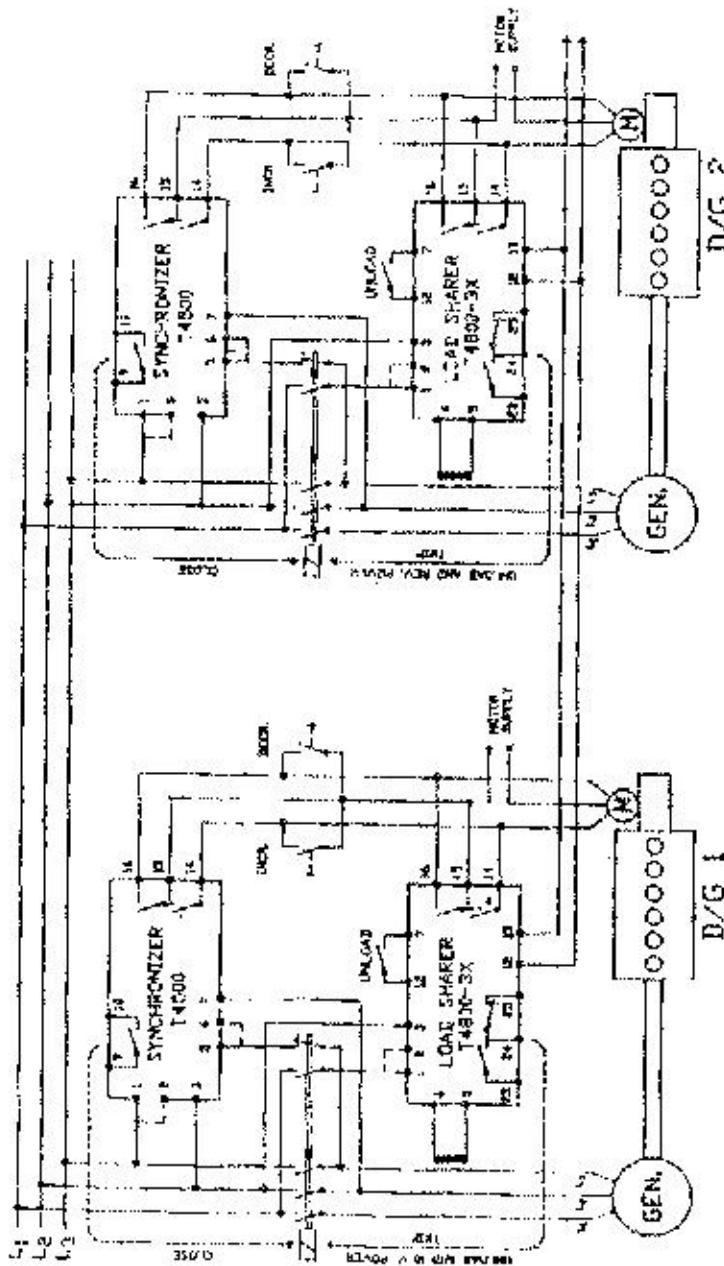
الثانية هي لاملاستقرار **Stability**، وتستخدم لتجنب الاهتزاز في تقسيم الاجماع، وتحب مطبعلها عند اقل قيمة ممكنة، وذلك من اجل الوصول للاملاستقرار في اقل زمن ممكن.

والمذكورة بالذكر أنه يعمل تزامن ملء الادين مع الشبكة الموحدة يجب استخدام Synchronizer لـ Grid (هذا من اوتوماتيكي)، وآخر لـ الشبكة Grid، وكذلك يستخدم جهاز تقسيم الاعمال Load sharer (نكل مولد)، والشكل (١٥-٣) يوضح طريقة توصيل جهاز التزامن (ذا ص) بالشبكة الموحدة Grid مع أجهزة آلة ديم الاعمال للعمليات، علماً أن أجهزة آلة ديم الاعمال غير مبنية بهذا الشكل.

ويلاحظ أيضاً أن جهاز تراوين الشبكة الموحد هو الذي يتحكم في تردد المولدات أثناء عملية التزامن عبر النقطتين 12، 28، 29 الخاصة باجتذبة تفسير الأحوال. وفي المحصلة النهائية تغلق أريكة المفتوحة 10 لجهاز تراوين الشبكة الموحدة لتدخل بالتوافق مع المولدات، علماً بأن الـ جهازة المستخدمة في هذا المنشك من إنتاج شركة SELCO

الشريحة (٦ - ٥)





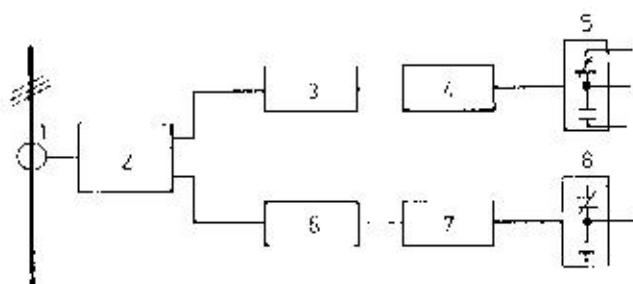
(الشكل ٦ - ١٦) يوضح مخطط توصيل موادين على التوالي حيث يختص بكل مواد جهاز زمام، Syncronizer، Load share， ويلاحظ أن المراقب المتصفح في موضع حفظ مركبة المدخلات الكلية (M)، وهو جهاز يوجه بواسطة جهاز التزامن وجهاز تقسيم الأحمال وكتلة مذكرة (Memory block)، وبعدها يزيد سرعة الاسمدة INCR، وبعدها يوصي كل مواد بـ 12 و 7، ويزداد أحماله مع زيادة مفتاحه من زيارة متزوج، ثم من جهاز قباض تيار حصى (مروحة يوم، ولادة لضبط انتقال تيار يحصل به المولد)، فعدم احتفاظ التيار المسحوب من المولد عن الحد الأدنى المسموح به تعنى الرسالة بين التقاطيير 12 و 7، فتصبح أحمال المراقب متساوية لغيرها.

ويلاحظ أن المراقب المراقب M يتم تعديله بمصدر حبه خارجي يمكن أن يكون مصدر تيار معدّل.

عندما لا يتحقق الشروط المستخدمة في هذا الشكل من إنتاج شركة SELCO البريطانية.

٤/٥/٣ رباعي التيار المزدوج Dual Current relay

يتوجه رباعي التيار المزدوج بالتحكم في بدء أو إيقاف مولد الماء في المركبة الحسن، والشكل (٦ - ١٧) يعرض المخطط البراسي لمريان التيار المزدوج من شركة SELCO البرريطانية.



الشكل (٦ - ١٧)

حيث إن :

1 محولات تيار مثبتة على الأوجه الثلاثة للمولد

2 دائرة إحساس بالتيار

3 دائرة تيار البدء

6 دائرة تيار الإيقاف

4,7 دوائر تأخير زمني

5,8 مفتاح كهرومغناطيسي للبدء وآخر للتوقف

ويكون المفتاح الكهرومغناطيسي الخاص بالبدء 5 في حالة تشغيل في الوضع الطبيعي، بينما يكون المفتاح الكهرومغناطيسي الخاص بالتوقف 8 في حالة فصل في الوضع الطبيعي. فعندما يتعدى التيار في أحد أوجه المولد القيمة المعايرة عليها تيار البدء للجهاز والتي تتراوح ما بين (0.3 : 1.2IN)، حيث إن IN هو التيار المقنن لريلاي التيار المزدوج يفصل المفتاح الكهرومغناطيسي للبدء ليعطي إشارة البدء لمولد آخر.

وعند انخفاض تيار أحد أوجه المولد القيمة المعايرة عليها تيار الإيقاف للجهاز والتي تتراوح ما بين (0.2:0.8IN) بتأخير زمني يتراوح ما بين (1:10min)، فإن المفتاح الكهرومغناطيسي للتوقف سوف يعمل، ومن ثم تصل إشارة إلى مقسم أحصال المولد لفصل الأحمال عن المولد استعداداً لإيقافه؛ علماً بأنه يوجد مؤقت داخلي زمنه 30S يعمل على استمرارية إشارة الإيقاف حتى تفصل الأحمال تماماً من المولد.

مثال لضبط ريلاي التيار المزدوج :

نفرض أن التيار المقنن للمولد A 795 وأننا استخدمنا محول تيار له نسبة تحويل

5/1000، فإذا كان تيار البدء يساوى % 90 من التيار المقنن للمولد أى يساوى:

$$= \frac{90}{100} \times 795 = 715A$$

وبالتالي فإن قيمة معايرة تيار البدء لريلاي التيار المزدوج تساوى:

$$= \frac{715}{1000} = 0.715 \text{ IN}$$

وإذا كانت قيمة تيار الإيقاف تساوى % 40 من التيار المقنن للمولد أى تساوى:

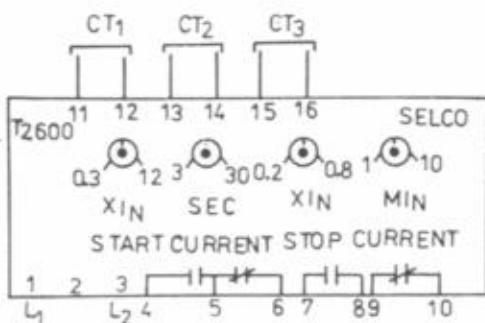
$$= \frac{40 \times 795}{100} = 318 \text{ A}$$

فإن قيمة معايرة تيار الإيقاف لريلاي التيار المزدوج تساوى:

$$= \frac{318}{1000} = 0.318 \text{ IN}$$

ويجب أن يكون تيار الإيقاف للمولد أقل من % 50 من تيار بدء المولد، وهذا متحقق في هذه الحالة.

والشكل (٦ - ١٨) يعرض المسقط الرأسى لريلاي تيار مزدوج مصنوع بشركة SELCO البريطانية.



الشكل (٦ - ١٨)

الباب السابع
ماكينات الديزل

ماكينات дизيل

١ / ٧ - أنواع ماكينات дизيل Diesel Engine

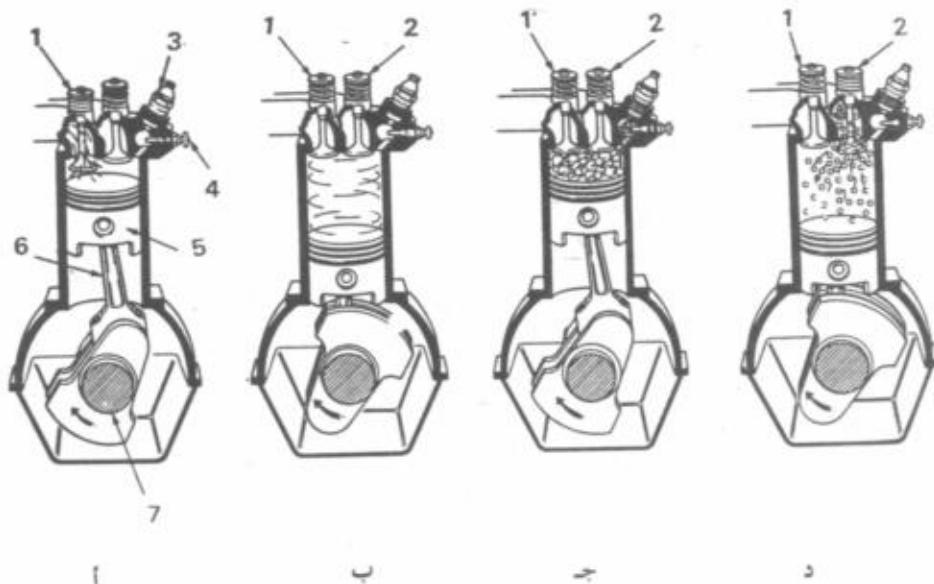
يمكن تقسيم ماكينات дизيل من حيث عدد الأشواط في الدورة الواحدة إلى :

١ - ماكينات дизيل رباعية الأشواط . Four strokes

٢ - ماكينات дизيل ثنائية الأشواط . Two strokes

١ / ١ / ٧ - ماكينات дизيل الرباعية الأشواط

الشكل (١ - ٧) يعرض الأشواط الأربع في ماكينة дизيل الرباعية الأشواط .



الشكل (١ - ٧)

حيث إن :

5	المكبس	1	صمام السحب
6	ذراع التوصيل	2	صمام العادم
7	عمود المرفق	3	رشاش الوقود
		4	شمعة التسخين

أولاً: شوط السحب (الشكل ١) : وفيه يفتح صمام السحب ١ بالقرب من النقطة الميّنة العليا، ويهبط المكبس ٥ ويعمل كمضخة إزاحة فعلية ليسحب الهواء النقي عبر صمام السحب.

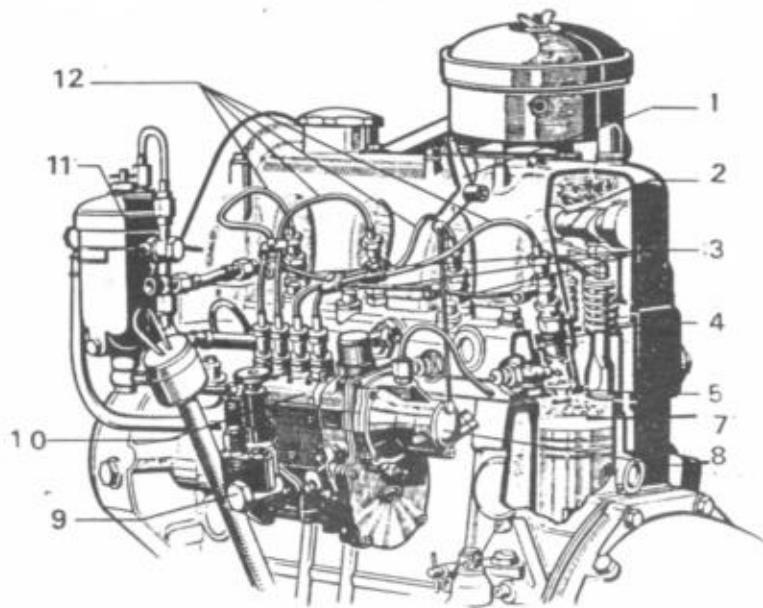
ثانياً: شوط الانضغاط (الشكل ب) وبعد اجتياز المكبس ٥ النقطة الميّنة السفلية يغلق صمام السحب ١، ويصعد المكبس ٥ لأعلى ضاغطاً الهواء.

ثالثاً: شوط القدرة (الشكل ج)، فعند اقتراب المكبس ٥ من النقطة الميّنة العليا، يتم حقن وإشعال الوقود، وتتمدد الغازات الحترقة وتدفع المكبس ٥ لأسفل.

رابعاً: شوط العادم (الشكل د) فعند الاقتراب من النقطة الميّنة السفلية يفتح صمام العادم ٢، وبصعود المكبس ٥ يعمل مرة أخرى كمضخة إزاحة طارداً بذلك الغازات الحترقة خارج الأسطوانة، وبعد اجتياز المكبس النقطة الميّنة العليا يغلق صمام العادم.

والجدير بالذكر أن كل دورة كاملة تحتاج لدورتين لعمود المرفق.

والشكل (٧ - ٢) يعرض نموذجاً لماكينة ديزل (بأربع) أسطوانات رباعية الأشواط.



الشكل (٢ - ٧)

حيث إن :

7	مكبس	1	فلتر هواء
8	منظم مضخة الحقن	2	روافع منظم السرعة
9	مضخة التغذية	3	عمود الحدبات
10	مضخة الحقن	4	خراطيم الزيت الفائق
11	مرشح الوقود	5	رشاش
12	مواسير الرشاشات	6	شمعة تسخين

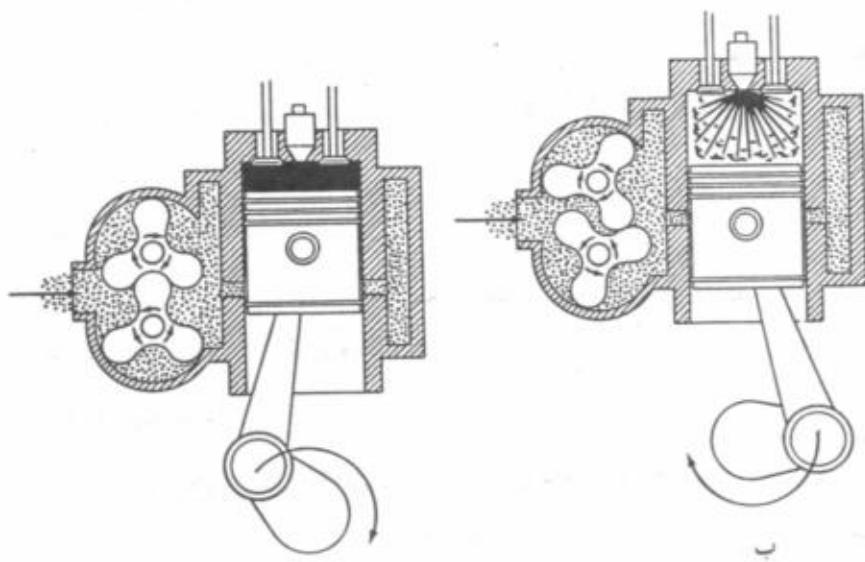
٢ / ١ - ماكينات дизيل الثانية الأشواط

ت تكون دورة التشغيل لهذه الماكينات من شوط الانضغاط، وشوط القدرة. أما عملية العادم والسحب فيتما بعد اجتياز المكبس النقطة الميّة السفلي، حيث يتم

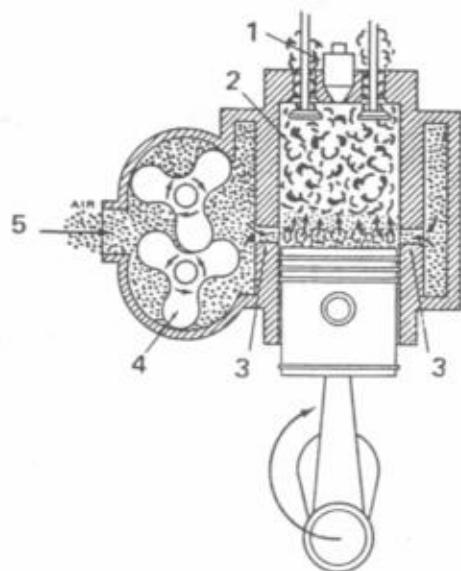
الإمداد بهواء السحب من خلال مروحة خارجية .
والشكل (٢ - ٣) يعرض شوط الانضغاط (الشكل ا)، وشوط القدرة
(الشكل ب)، وعملية العادم والسحب (الشكل ج).

حيث إن :

- | | |
|---|-------------------|
| 1 | رشاش الوقود |
| 2 | غازات العادم |
| 3 | مدخل هواء السحب |
| 4 | مروحة |
| 5 | دخول الهواء الجوى |



١



الشكل (٧ - ٣)

أولاً: شوط الانضغاط:

بصعود المكبس من النقطة الميّنة السفليّ تُغلق فتحات السحب 3، وتُغلق صمامات العادم، ويتم انضغاط الهواء، وقبل الوصول للنقطة الميّنة العليا يتم حقن الوقود.

ثانياً: شوط القدرة:

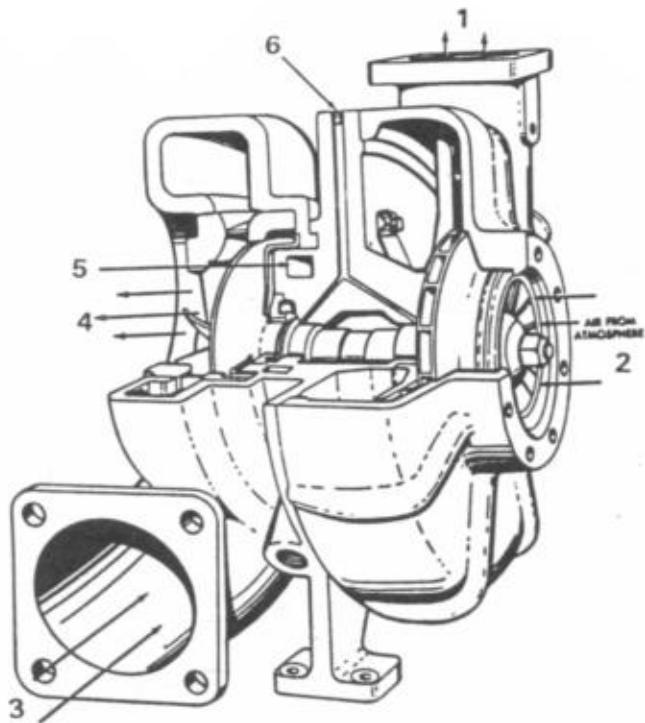
عند حقن الوقود قرب النقطة الميّنة العليا يشتعل الوقود، وتتمدد الغازات المحرقة، وتُدفع المكبس لأسفل، ويبداً شوط القدرة.

عملية السحب والعادم:

قبل وصول المكبس للنقطة الميّنة السفليّ تفتح صمامات العادم مسيرة غازات الاحتراق من خلال مجاري العادم، ويندفع الهواء من المروحة، لإخراج غازات العادم، وذلك بعد أن تكشف فتحات السحب 3، ويتم دفع الهواء النقي ب بواسطة المروحة⁴، ويقوم الهواء الداخل بطرد المتبقى من غازات العادم، وتبريد المكبس والاسطوانة وملئ الاسطوانة بالهواء النقي.

والجدير بالذكر أنه عادة يستخدم شاحن توربيني Turbo charger في ماكينات дизيل ذات القدرات العالية؛ سواء الثنائية الأشواط أو الرباعية الأشواط؛ وذلك من أجل رفع كفاءة ماكينة дизيل؛ حيث يعمل الشاحن التوربيني على استغلال الطاقة الحرارية الموجودة في غازات العادم في إدارة توربينة حرارية تقوم بإدارة ضاغط يعمل على ضغط الهواء الجوي؛ وبذلك يمكن إدخال هواء مضغوط لغرف الاحتراق في الاسطوانات بدلاً من الهواء الجوى.

والشكل (٧ - ٤) يعرض نموذجاً لشاحن توربيني.



الشكل (٧ - ٤)

حيث إن :

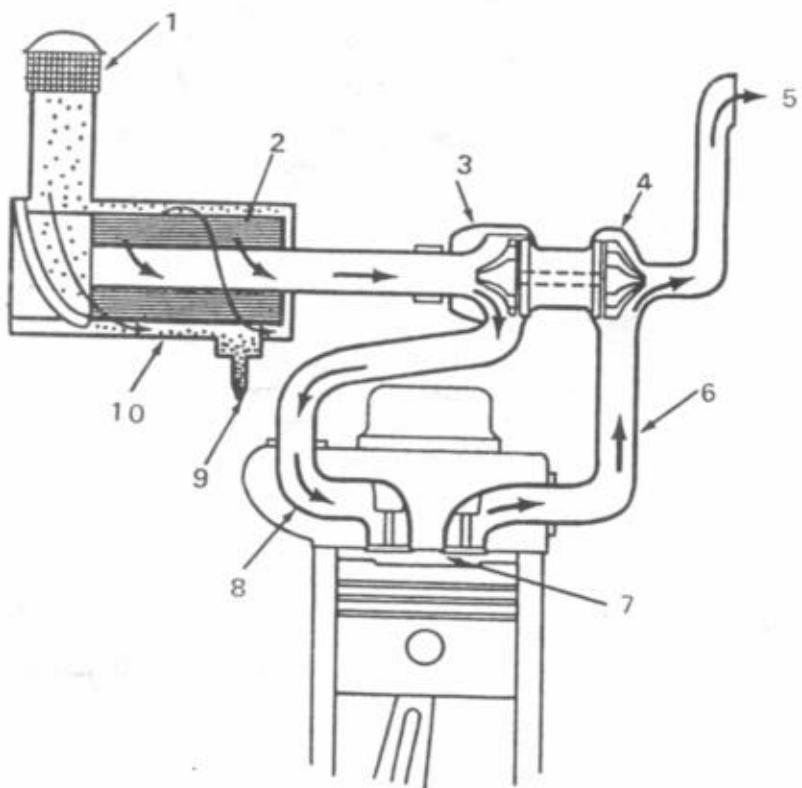
- | | | | |
|---|---------------------------------|---|---------------------------|
| ٤ | خروج الهواء العادم للهواء الجوى | ١ | هواء مضغوط يصل للاسطوانات |
| ٥ | مسارات ماء التبريد | ٢ | دخول الهواء الجوى |
| ٦ | مسارات دخول الزيت من المرك | ٣ | هواء العادم الساخن |

والشكل (٧ - ٥) يوضح فكرة عمل الشاحن التوربينى فى ماكينة ديزل رباعية الأشواط.

حيث إن :

- | | | | |
|---|--------------------|---|-------------------|
| ٦ | هواء العادم الساخن | ١ | دخول الهواء |
| ٧ | غرفة الاحتراق | ٢ | عنصر ترشيح الهواء |

8	مواسير دخول الهواء	3	الضاغط
9	صمام عدم التحميل	4	التوربينة
10	جسم مرشح الهواء	5	هواء العادم الخارج للهواء الجوى



الشكل (٧ - ٥)

٢ / ٧ - أجزاء ماكينة дизيل

تتكون ماكينة дизيل من :

- كتلة المحرك ويكون بدورة من :

أ - كتلة الاسطوانات وعمود المرفق .

ب - مجموعة عمود المرفق والمكابس .

- جـ - رأس الاسطوانات .
- دـ - حوض الزيت .
- مرفقات وتشتمل على :

أـ - دورة التبريد .

بـ - دورة التزبيب .

جـ - دورة الوقود .

١ / ٢ - كتلة المحرك

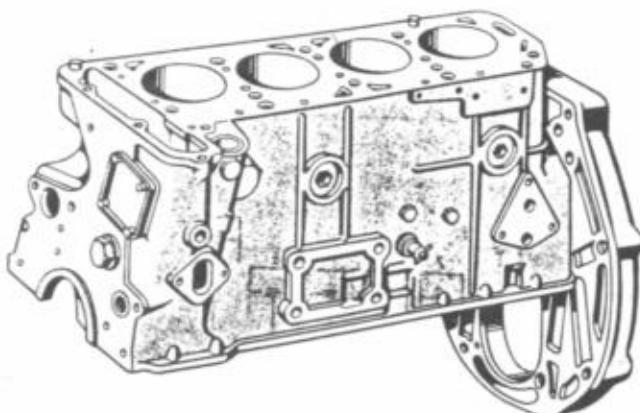
أولاً: كتلة الاسطوانات :

تحتوي كتلة الاسطوانات على اسطوانات المحرك ، والتي تكون إما على شكل خط مستقيم ، أو على شكل

(حرف ٧) كما هو مبين بالشكل

الشكل (٦ - ٧)

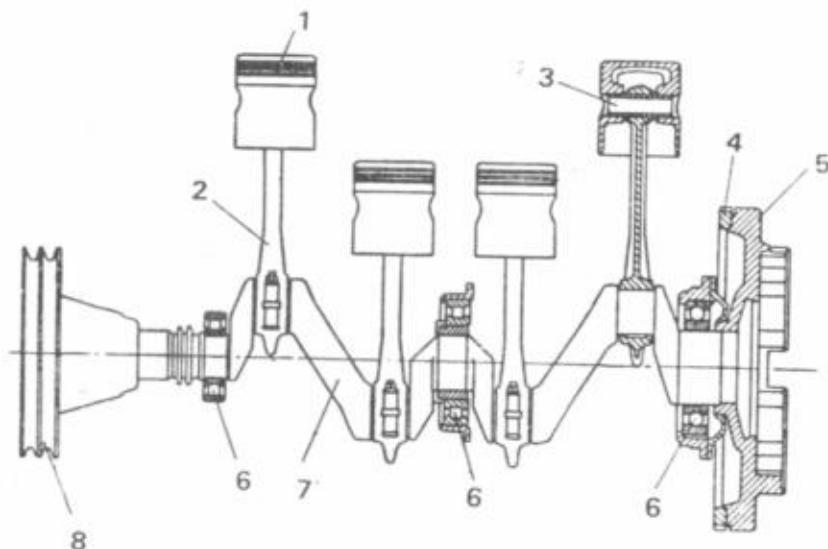
(٦ - ٧) ، وتحتوي كتلة الاسطوانات على الاسطوانات ، وعلى قمchan تبريد المحرك ، وعلى محاور ارتكاز عمود المرفق ، وهذا مبين بالشكل (٧ - ٧) .



الشكل (٧ - ٧)

ثانياً : عمود المرفق والمكابس والطارة الحداقة :

الشكل (٧ - ٨) يبين مجموعة عمود المرفق والمكابس والطارة الحداقة .



الشكل (٨ - ٧)

حيث إن :

٥	الحداقة	١	مكبس
٦	كرسي محور عمود المرفق	٢	ذراع توصيل
٧	عمود المرفق	٣	محور ثبيت المكبس
٨	طارة	٤	ترس الحداقة

ويقوم عمود المرفق بتحويل الحركة الترددية للمكابس داخل الأسطوانات إلى حركة دورانية . أما الحداقة ؛ فتفقوم بموازنة الصدمات الناتجة عن الانعكاسات المستمرة لحركة الكبابس ، الأمر الذي يؤدي إلى انتظام دواران حركة عمود المرفق ؛ ويشتت على الحداقة طوق مسنن وذلك من أجل إمكانية نقل الحركة من محرك البدء الكهربائي

(المارش)؛ إلى الحداقة بواسطة تعشيق ترس البنيون المثبت مع محرك بدء الحركة مع ترس الحداقة.

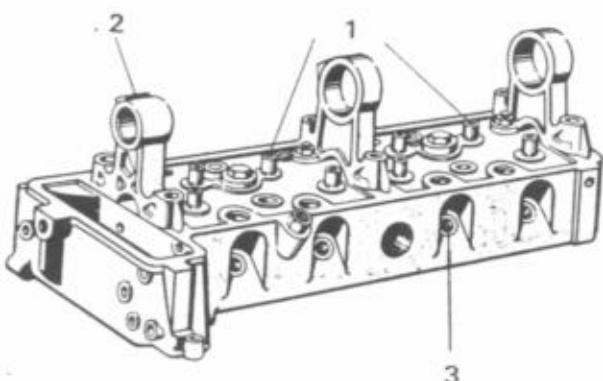
ثالثاً : رأس الأسطوانات :

ويعمل رأس الأسطوانات على غلق الأسطوانات من أعلىها، ويحتوى على غرف الاحتراق، وعلى فتحات الدخول والخروج والمثبت فيها صمامات السحب والعادم (فى حالة ماكينات дизيل الرباعية الأشواط)، ويرتكز على رأس الأسطوانات كلٌّ من عمود الحديبات؛ والروافع المتأرجحة، ويعمل كلٌّ من عمود الكامات والروافع المتأرجحة فى التحكم فى توقيت فتح وغلق صمامات السحب والعادم؛ ويشبت فى رأس الأسطوانات الرشاشات.

والشكل (٧ - ٩) يعرض نموذجاً لرأس أسطوانات محرك.

حيث إن :

- | | |
|---|---------------------|
| 1 | أذرع الصمامات |
| 2 | كراسى عمود الحديبات |
| 3 | مكان تثبيت الرشاشات |



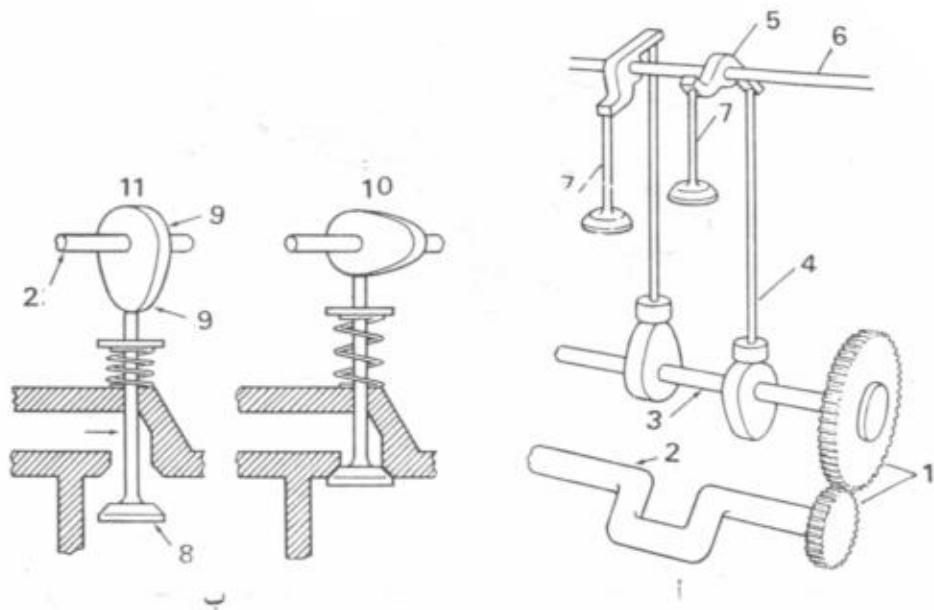
الشكل (٧ - ٩)

والشكل (٧ - ١٠) يوضح كيفية نقل الحركة من عمود الحدبات (الكامات) إلى صمامات العادم والسحب؛ فالشكل (أ) يوضح كيفية نقل الحركة من عمود المرقق إلى عمود الحدبات بواسطة ترسين، ثم تنقل الحركة من عمود الحدبات إلى الصمامات بواسطة ذراع دفع وذراع متارجع؛ والشكل (ب) يوضح كيفية نقل الحركة المباشر من حدبات عمود الحدبات إلى الصمامات.

علماً بأن الطريقة المبينة بالشكل (أ) تستخدم عندما يكون عمود الحدبات مجاور لعمود المرقق. أما الطريقة المبينة بالشكل (ب) فتستخدم عندما يكون عمود الحدبات مثبتاً أعلى الصمامات.

التعریف بمحفویات الشکل:

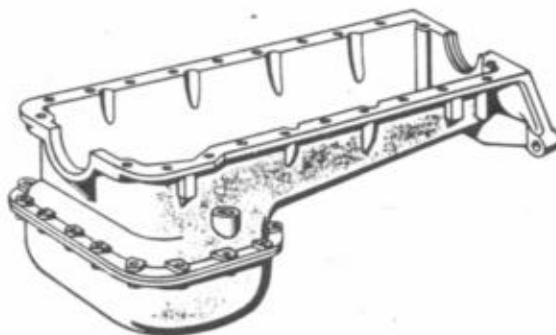
7	ساق الصمام	1	ترسين
8	رأس الصمام	2	عمود مرفق
9	حدبة	3	عمود حدبات
10	مغلق	4	ذراع دفع
11	مفتوح	5	ذراع متارجحة
		6	محور ارتكاز للأذرع المتارجحة



الشكل (١٠ - ٧)

رابعاً: حوض الزيت:

يشتمل حوض الزيت في أسفل كتلة الأسطوانات، ويكون مزوداً بتجويف على الجانبين لثبيت كراسى محور عمود المرفق؛ ويعلى حوض الزيت بزيت تبريد المحرك؛ والذي يعمل على تقليل احتكاك المكابس مع الأسطوانات، وكذلك يقلل من الاحتكاك عند مواضع كراسى المحور المختلفة. ويوضع بداخل حوض الزيت مضخة زيت تقوم بضخ الزيت لجميع أماكن الاحتكاك بالمحرك؛ وذلك من أجل تقليل الاحتكاك. والشكل (٧ - ١١) يعرض نموذج لحوض زيت.



الشكل (١١ - ٧)

٧ / ٢ - دورة التبريد

يوجد طريقتان في تبريد مركبات дизيل وهما : التبريد بالهواء - التبريد بالماء وسوف نتناول التبريد بالماء لما له من انتشار كبير .

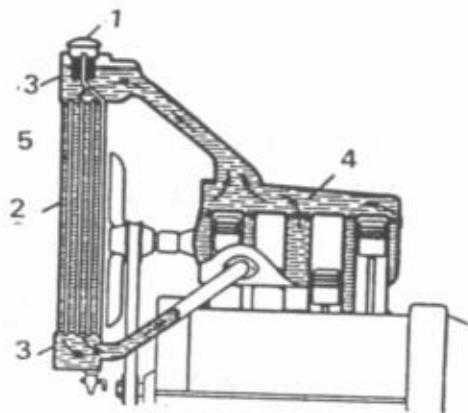
حيث تحيط الأجزاء المراد تبریدها بقمصان تبريد مملوءة بالماء، وتنتقل الحرارة من جدران الاسطوانات إلى الماء، ويقوم المشع (الراديتير) بنقل حرارة الماء إلى الهواء الجوى عن طريق الاشعاع . وتعتبر دورة التبريد بالماء دورة مغلقة، وتستخدم مروحة تبريد لتحسين تبريد المركب . ويمكن تقسيم دورات التبريد إلى :

ـ دورات تبريد طبيعية . ـ دورات تبريد جبرية .

الشكل (١٢ - ٧) يعرض دورة تبريد طبيعية .

حيث إن :

- | | |
|---|-------------------------|
| 1 | فتحة الملىء |
| 2 | أنابيب التبريد الرئيسية |
| 3 | المشع (الراديتير) |
| 4 | قميص التبريد |
| 5 | مروحة |



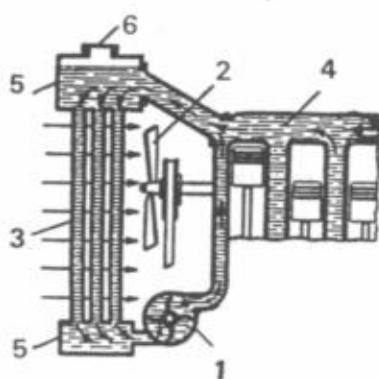
الشكل (٧ - ٧)

ويبني نظرية عمل هذه الدورة على أن الوزن النوعي للماء الساخن أقل منه للماء البارد؛ وبذلك فهو يرتفع تلقائياً إلى أعلى مسبباً في استمرارية حركة الماء؛ لذلك ينبغي أن تكون فتحة خروج الماء في أعلى المحرك أى فوق رأس الأسطوانات، بينما تكون فتحة دخول الماء البارد أسفل قميس التبريد، وتكون مساحة مقطوع مرات الماء أكبر مما يمكن حتى لا تعوق حركة دوران مياه التبريد.

ثانياً: التبريد الجبري:

الشكل (٧ - ١٣) يعرض دورة تبريد جبرية.

حيث إن:



- | | |
|---|-------------------|
| 1 | مضخة مياه التبريد |
| 2 | مروحة |
| 3 | أنابيب التبريد |
| 4 | قميص تبريد |
| 5 | الشع (الراديتير) |
| 6 | فتحة الملح |

الشكل (٧ - ١٣)

ففي دورة التبريد الجبرية تدفع مياه التبريد عن طريق مضخة طاردة مركبة موجودة في مسار مياه التبريد، وتأخذ حركتها من عمود المرفق، وتقوم المضخة بزيادة سرعة مياه التبريد.

والجدير بالذكر أن حجم المشع المستخدم مع دورات التبريد الجبرية يكون أصغر من حجم المشع المستخدم مع دورات التبريد الطبيعية، كما أن دورات التبريد الجبرية هي الأكثر انتشاراً.

٣ / ٢ - دورة التزييت

يوجد لدورة التزييت عدة وظائف نذكر منها ما يلى :

- ١ - تقليل الاحتكاك على أسطبع انزلاق المكابس داخل الاسطوانات.
- ٢ - تبريد أماكن كراسى محور عمود المرفق، وكراسى محور عمود الكامات (الحدبات)، وكرسى محور ذراع التوصيل مع المكبس ومع عمود المرفق.
- ٣ - تنظيف كراسى المحور من الرواسب المختلفة.
- ٤ - منع تسرب غازات الاحتراق من بين حلقات المكابس وأسطبع الانزلاق للاسطوانات.
- ٥ - حماية الأجزاء الداخلية للمحرك من الصدا. ويجب وصول الزيت باستمرار إلى كل أماكن التزييت بالمحرك أثناء التشغيل؛ وسوف نتناول دورة التزييت الجبرية المبينة بالشكل (٧ - ١٤).

حيث إن :

- | | |
|---|---|
| 1 | مضخة الزيت |
| 2 | ماسورة التوصيل بمرشح الزيت |
| 3 | مرشح الزيت |
| 4 | ماسورة التوصيل بمواضع التزييت المختلفة |
| 5 | عداد قياس ضغط الزيت |
| 6 | كرسى إدارة مضخة الزيت ويأخذ حركته من عمود الحدبات |

زيت التزبيب

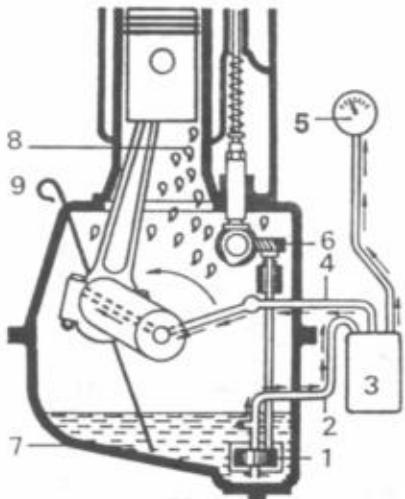
زيت الطرطشة

عصا قياس مستوى الزيت

7

8

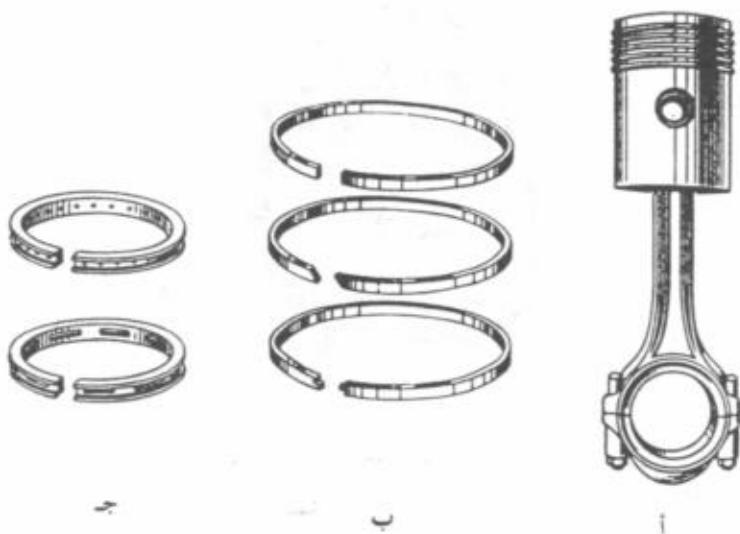
9



الشكل (١٤ - ٧)

حيث يتدفع الزيت المضغوط بمضخة الزيت والتي تتكون من ترسين متداخلين معاً، أحدهما مثبت في عمود الإدارة؛ ويأخذ حركته من عمود الحدبات عن طريق ترسين معددين لذلك، والآخر منقاد ويدور الترس المنقاد عكس الترس القائد. وعادة يوضع خط السحب للمضخة في أسفل موضع بحوض الزيت، وتوجد في مدخل ماسورة سحب الزيت مصفاة لجز الشوائب، ومنعها من الدخول للمضخة؛ واتساع هذه المصفاة يقلل من ضغط الزيت، ويخرج الزيت المضغوط من المضخة؛ ليمر عبر مرشح زيت، ليصل إلى كراسى محور عمود المرفق، ومنها إلى جميع كراسى المحور المختلفة، ويكون ضغط الزيت الطبيعي حوالي 2:3 ضغط جوى. وينتقل جزء من الزيت إلى الأسطوانات والمكابس نتيجة للطرطشة الناتجة عن حركة عمود المرفق داخل حوض الزيت، ويعود الزيت الزائد من الأسطوانات بواسطة حلقة (شنبر) كصح

الزيت المثبتة على المكبس، والتي تمنع من وصول الزيت إلى غرفة الاحتراق. والشكل (١٥ - ٧) يعرض ذراع توصيل ومعه المكبس، ويظهر على المكبس حلقات (شناير) الضغط، وحلقات (شناير) كسر الزيت (الشكل ١)، وحلقات الضغط (الشكل ب)، وحلقات كسر زيت (الشكل ج)؛ علماً بأن حلقات الضغط تمنع تسرب الضغط من غرفة الحريق إلى داخل المحرك.



الشكل (١٥ - ٧)

٤ / ٢ / ٤ - دورة حقن الوقود

أكثر أنظمة الوقود شيوعاً ما يلى:

أ- مضخة الحقن: وتضم هذه المضخة لتحقيق ما يلى:

١- توليد ضغط حقن عالٍ.

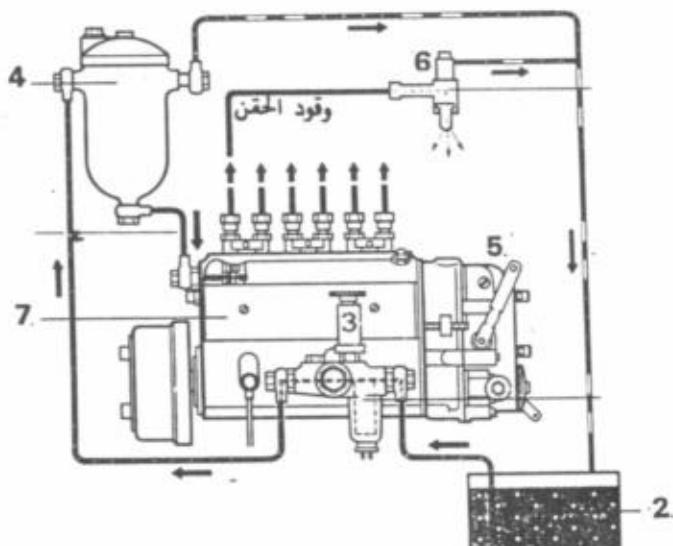
٢- السماح بتغيير كمية الوقود المحقون تبعاً للحمل.

٣- ضخ كمية وقود واحدة في كل الاسطوانات.

٤- إمكانية إيقاف الحقن في أي وقت.

٥ - إمكانية تغيير توقيت الحقن.

والشكل (٧ - ١٦) يعرض مضخة حقن متتالٍ لمحرك ديزل بست أسطوانات.



الشكل (٧ - ١٦)

وهي تحتوى على عنصر ضخ مستقل لكل أسطوانة، ويكون عنصر الضخ من أسطوانة صغيرة، ومكبس بخلوص يتراوح ما بين (0.002:0.003 mm)، وتزود مضخة الحقن بمضخة إمداد وقود (1) لسحب الوقود من الخزان (2)، ومضخة تحضير يدوية (3)؛ تستخدم في تحضير الوقود يدوياً عند وجود هواء بدورة الوقود. ومرشح ابتدائى ٤ وتزود مضخة الحقن (7) بذراع تحكم فى كمية الوقود الحقنون (5)؛ وتقوم مضخة الوقود بحقن الوقود فى الوقت المناسب إلى الرشاشات(6)؛ وذلك بطريقة تابعية قرب نهاية شوط الانضغاط، حيث يخصص رشاش لكل أسطوانة.

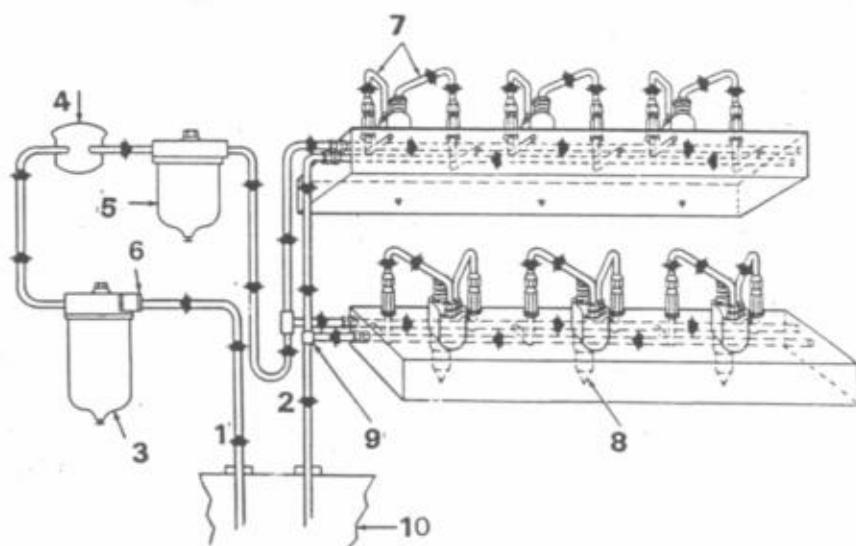
ب - وحدات الحقن الواحدة one unit injectors حيث تستخدم وحدة حقن أو أكثر لكل أسطوانة، وتقوم وحدة الحقن بتنظيم توقيت وضغط حقن الوقود، وتقوم مضخة وقود عادية بالضخ المستمر للوقود إلى وحدات الحقن خلال مواسير ضغط منخفض، ويتمز نظام وحدات الحقن بسهولة إجراء الصيانة له،

ويقوم هذا النظام بطرد الهواء تلقائياً بدون الحاجة لعملية التحضير.
 والشكل (١٧ - ٧) يعرض نظام وحدات الحقن للشركة الأمريكية Detroit Diesel Allison

حيث إن :

6	صمام لارجعي	1	خط الوقود الداخل
7	خطوط وقود	2	خط الوقود الراجع
8	وحدة حقن	3	مرشح
9	وصلة T خاصة	4	مضخة
10	خزان الوقود	5	مرشح

والجدير بالذكر أن وحدة الحقن الواحدة تتكون داخلياً من مضخة حقن ورشاش.



الشكل (١٧ - ٧)

٣ - خزان الوقود اليومي والرئيسي

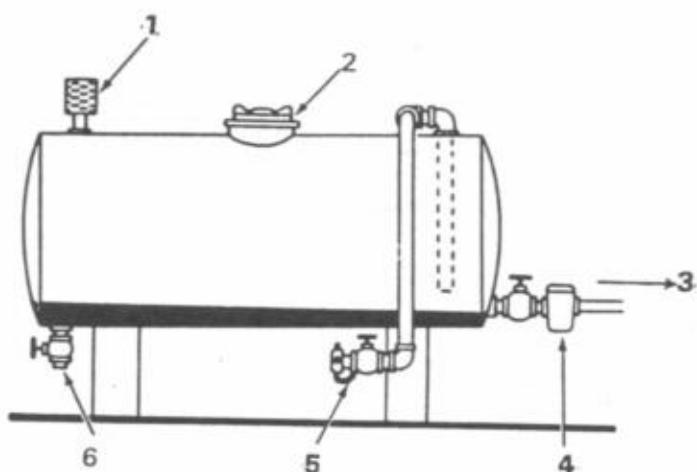
إنه من الضروري المحافظة على وقود дизيل خالٍ من الماء، وحالياً أيضاً من الأجسام الغريبة الضارة التي تضر مضخة الحقن والرشاشات. وعادة ينصح بتخزين وقود дизيل للمولد في خزان يومي، ولا ينصح بتخزين كمية كبيرة من الوقود؛ لأن ذلك يؤدي لتكون رغاوي وتكتائف لبخار الماء داخل الخزان؛ بالإضافة لذلك فإنه يحدث انهيار للوقود نتيجة للتقادم؛ لذلك فإن تخزين كمية كبيرة من الوقود يحتاج لبعض الإضافات.

والجدير بالذكر أن تخزين الوقود في خزانات موضوعة فوق الأرض يساعد على انهياره بسرعة أكبر من الوقود المخزن في خزانات تحت الأرض.

والشكل (١٨ - ٧) يعرض خزان وقود يوضع فوق الأرض.

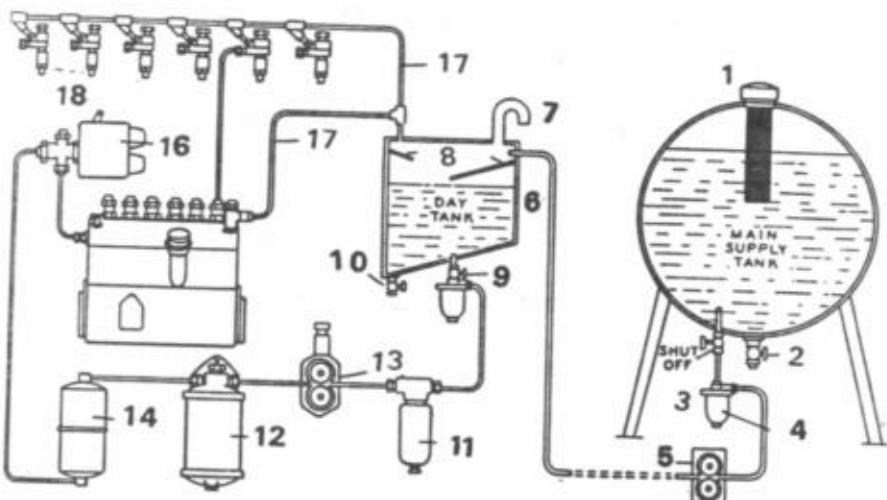
حيث إن :

4	مرشح وقود ابتدائي	1	فتحة تهوية ومرشح للهواء
5	محبس خط الماء	2	غطاء الفتحة الرئيسية
6	محبس تصريف التكتائف	3	إلى المولد



الشكل (١٨ - ٧)

والشكل (١٩ - ٧) يعرض طريقة توصيل خزان رئيسي مع خزان يومي لماكينة ديزل لأحد المولدات.



الشكل (١٩ - ٧)

حيث إن:

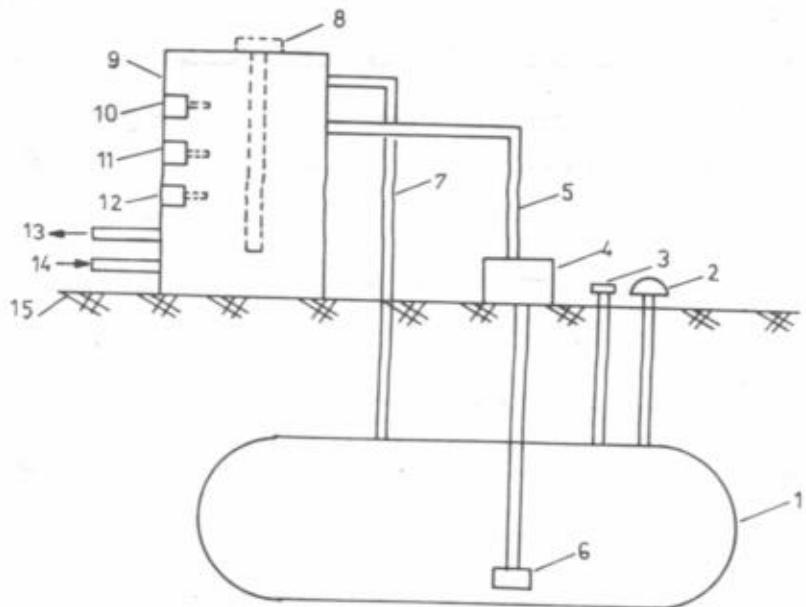
فتحة تصريف محتويات الخزان	1	خزان رئيسي
محبس لتصريف المتكاشف	2	محبس يدوى لغلق مخرج الخزان
اليومى	3	الرئيسي
مرشح ابتدائى	4	مضيدة
مرشح ثانوى	5	مضخة وقود
مضخة التغذية الابتدائية للماكينة	6	خزان يومى
مرشح نهائى	7	فتحة تنفيس
مضخة حقن	8	مصدات
صمام كهربى يفتح عند عمل الماكينة	9	اليومى
خطوط الراجع		
رشاشات		

وفيما يلى أهم التوصيات الخاصة بخزانات الوقود :

- ١ - يجب أن تكون جميع مواسير الوقود مواسير حديد سوداء؛ ويجب أن تكون أقطارها تبع توصيات الشركة المصنعة للماكينة، والتي تعتمد على قدرة الماكينة؛ ويجب أن يكون قطر خط الفائض والراجم من الماكينة أكبر من أو يساوى خط التغذية للماكينة.
- ٢ - يجب أن يكون ارتفاع خط التنفيذ للخزان اليومى أعلى من جميع الخطوط الأخرى بحوالى ١.٥ m.
- ٣ - يجب التخلص من الماء المتراكف فى الخزان اليومى مرة كل سنة على الأقل.
- ٤ - ينصح باستخدام مضخة بدوية تستخدم عند وجود مشكلة فى المضخة الكهربائية.
- ٥ - العمق الأقصى للخزان الرئيسي تحت الأرض ٥.٥m.
- ٦ - البعد الأقصى بين الخزان اليومى والخزان الرئيسي والذى لا يحتاج إلى مضخة منفصلة هو ٦٠m.
- ٧ - ارتفاع مضخة التغذية والإمداد للماكينة؛ يجب أن تكون أعلى من مستوى الوقود فى الخزان اليومى بما لا يقل عن ١٣cm.

١ / ٣ / ٧ - دائرة التحكم الخاصة بعملية الخزان اليومى

عادة يخصص لكل مولد خزان وقود يومى Daily tank يوضع بجوار المولد. والشكل (٧ - ٢٠) يعرض مجموعة الخزان اليومى والرئيسي لأحد مولدات الديزل.



الشكل (٢٠ - ٧)

حيث إن :

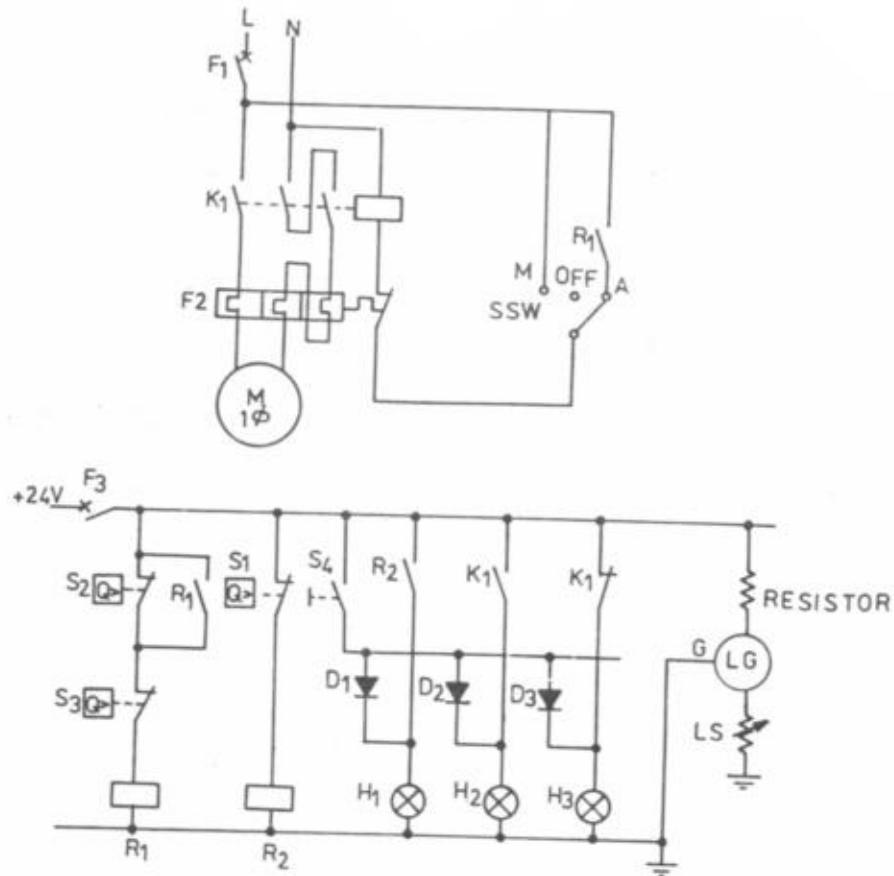
- 1 الخزان الرئيسي
- 2 خط التهوية للخزان الرئيسي
- 3 خط مليء الخزان الرئيسي
- 4 مضخة السحب من الخزان الرئيسي
- 5 خط السحب من الخزان الرئيسي لمليء الخزان اليومي
- 6 مرشح في بداية خط السحب
- 7 خط رجوع الزائد من الخزان الرئيسي إلى الخزان اليومي
- 8 مجس مستوى الوقود
- 9 الخزان اليومي
- 10 مفتاح عوامة مستوى إيقاف مضخة السحب off

- مفتاح عوامة مستوى بدء تشغيل مضخة السحب ON
 11
 مفتاح عوامة المستوى السفلي LOW
 12
 خط تغذية ماكينة дизل للمولد
 13
 خط الراجع من ماكينة дизل
 14

والشكل (٢١ - ٢٢) يعرض الدائرة الرئيسية، ودائرة التحكم في مضخة ملء الخزان اليومي

حيث إن :

F1, F3	قاطع دائرة قطب واحد
K1	كونتاكتور
F2	متمم حراري
SSW	مفتاح الوظيفة (A - OFF - M)
R1	ريلاى بدء مضخة الماء
R2	ريلاى المستوى المنخفض للخزان اليومي
D1-D3	موحدات
LG	عداد مستوى الوقود في الخزان
LS	مجس المستوى
S1, S2, S3	مفاتيح عوامة
H1	لمبة بيان حمراء المستوى السفلي
H3	لمبة بيان حمراء لتوقف المضخة
H2	لمبة بيان خضراء لعمل المضخة
S4	ضاغط اختبار اللعبات



الشكل (٢١ - ٧)

نظيرية التشغيل:

يوضع مفتاح اختبار طريقة التشغيل SSW على وضع التشغيل الآتماتيكي A، ويتم غلق القواطع F1, F3؛ ففي بداية التشغيل يكون خزان الوقود اليومي فارغاً، وبالتالي تكون ريش مفاتيح مستوى الوقود S1, S2, S3 مغلقة، فيكتمل مسار تيار الريلاي R1 والريلاي R2 فتغلق الريشة R2 الموصولة بلمبة البيان H1 فتضيء، وكذلك تغلق الريشة R1 الموصولة بالتوالي مع الكونتاكتور K1 فيكتمل مسار التيار للكونتاكتور؛ وتغلق الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور؛ وكذلك تتعكس باقي ريش الكونتاكتور؛ فتضيء اللمبة H2؛ للدلالة على عمل المحرك وتنطفئ لمبة إيقاف المحرك H3 وتعمل المضخة. وعند وصول الوقود لمستوى مفتاح العوامة S2 تفتح ريشة

العوامة 2 S₂; ولكن يظل مسار تيار R₂ مكتملاً نتيجة لغلق ريشة الإبقاء الذاتي R₂ الموصولة بالتوازي مع S₂, وب مجرد وصول الوقود إلى مستوى S₃ تفتح الريشة S₃; فينقطع مسار التيار للريلاي R₁ وتعود ريشة R₁ الموصولة مع ملف الكونتاكتور K₁ مفتوحة مرة أخرى، ويفصل الكونتاكتور K₁, وتعود ريش الكونتاكتور لوضعها الطبيعي؛ وتتوقف المضخة وتنطفئ H₂, في حين تصفي H₃ للدلالة على توقف المضخة. ويمكن اختبار لمبات البيان H₁, H₂, H₃; وذلك بالضغط على ضاغط الاختبار S₄. ويقوم جهاز مستوى الوقود LG بتحديد مستوى الوقود في الخزان اليومى؛ وذلك نتيجة لتغير مقاومة مجس المستوى LS تبعاً للتغير مستوى الوقود.

٧ / ٤ - الأجهزة الكهربائية المرفقة مع ماكينة дизيل

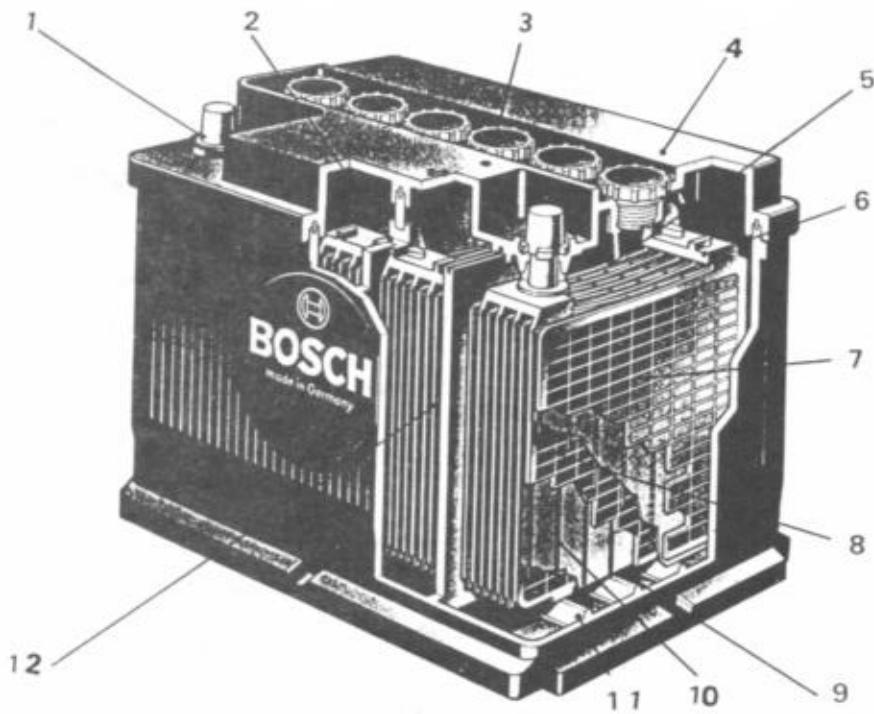
يوجد عدة عناصر كهربائية مرفقة مع ماكينة дизيل مثل:

- ١ - البطارية وعادة تكون بطارية حمضية . Lead acid battery
 - ٢ - مولد شحن البطارية .
 - ٣ - محرك بدء حركة ماكينة дизيل Crank motor .
- ٤ / ٤ - البطاريات الحمضية

يوجد نوعان من البطاريات الحمضية المستخدمة مع المولدات وهما:

- البطاريات المفتوحة .
- البطاريات المغلقة والتي لا تحتاج لصيانة وتقاس سعة البطاريات بصفة عامة بوحدة الأمبير ساعة AH .

والشكل (٧ - ٢٢) يعرض أجزاء بطارية حمضية مفتوحة (تقليدية) من إنتاج شركة Bosch الألمانية.



(٢٢ - ٧) الشكل

حيث إن :

7	لوح سالب رمادي اللون	1	قطب البطارية السالب
8	لوح موجب بني غامق	2	وصلة مباشرة بين خلبيتين
9	غرفة أحد الخلابا	3	فتحة تهوية
10	حواجز بلاستيكية بين الألواح	4	غلاف بلاستيكي
11	ركائز لرفع الألواح	5	ميßen مستوى الحامض
12	حاجز بين خلية وأخرى	6	شريط من الرصاص

ويلاحظ أن البطارية تتكون من غلاف خارجي مصنوع من مواد مقاومة للحرارة مثل: المطاط الصلب أو البلاستيك، وهو مقسم من الداخل لست خلايا ويوضع بداخل كل خلية مجموعة من الألواح الموجبة والسلبية المعزولة عن بعضها بفواصل عازلة وتصنع الألواح من شبكة من أنتومينا الرصاص عليها عجينة من الرصاص (القطب السالب) وعجينة من أكسيد الرصاص (القطب الموجب). ويغطى غلاف البطارية بعضاً يحتوى على فتحات لإضافة المخلول والماء للخلايا المختلفة.

٤ / ٧ - مولدات شحن البطاريات

يوجد نوعان من مولدات شحن البطاريات وهما:

١ - مولدات تيار متعدد (مولدات تزامنية).

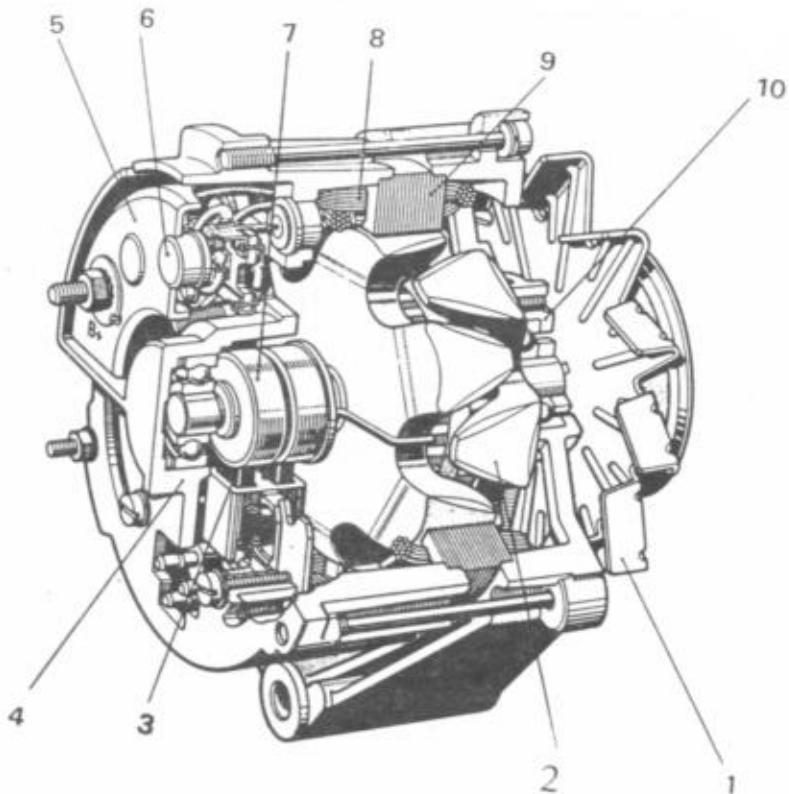
٢ - مولدات تيار مستمر.

أولاً: مولدات التيار المتعدد:

لا تختلف نظرية عمل مولدات التيار المتعدد المستخدمة في شحن البطاريات عن نظرية عمل المولدات التزامنية التي تناولناها في الباب الأول. والشكل (٢٣ - ٧) يعرض قطاعاً في مولد تيار متعدد من إنتاج شركة Robert bosch corp.

حيث إن:

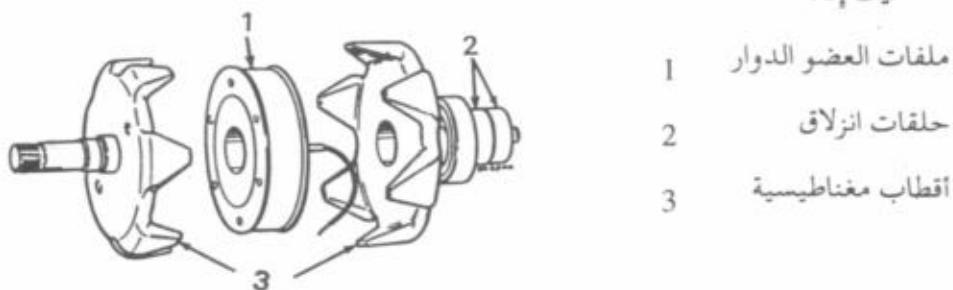
6	موحد	1	مروحة
7	حلقات انزلاق	2	أصابع الأقطاب
8	ملفات العضو الثابت	3	فرش كربونية
9	القلب المغناطيسي للعضو الثابت	4	كرسي محور
10	كرسي محور	5	مبعد حرارة



الشكل (٢٣ - ٧)

أما الشكل (٢٤ - ٧) فيعرض أجزاء العضو الدوار لمولد التيار المتردد المستخدم في شحن البطاريات.

حيث إن :



الشكل (٢٤ - ٧)

ويتم تغذية العضو الدوار بتيار مستمر، في حين يتم الحصول على تيار متعدد ثلاثي الوجه من ملفات العضو الثابت، ويتم توحيد خرج المولد بواسطة ستة موحدات. وللحصول على شحن مناسب للبطاريات تستخدم دائرة الكترونية تعرف بالمنظم . Regulator

والشكل (٢٥ - ٧) يعرض دائرة مولد تيار متعدد بالمنظم، يستخدم في شحن البطاريات .

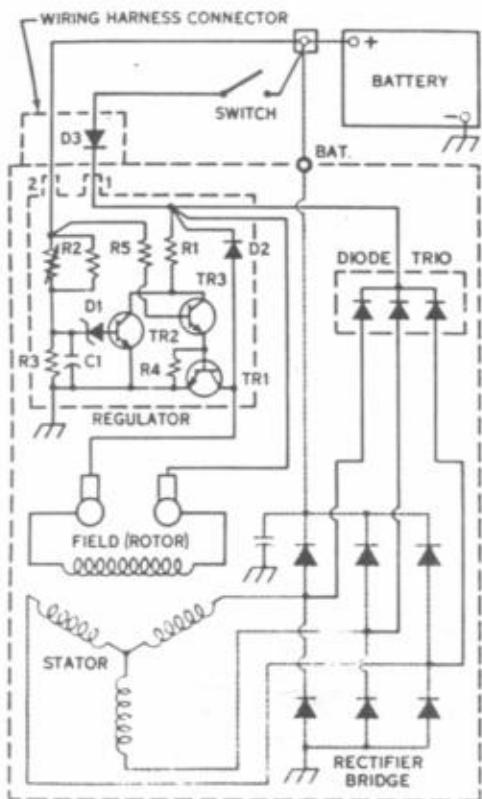
ويلاحظ أن المولد يخرج منه ثلاثة أطراف وهم Bat, ١, ٢ (Bat , ٢) حيث يوصل كل من مع القطب الموجب للبطارية، أما الطرف ١ فيوصل مع موحد بمفتاح بدء ماكينة дизيل ويعن

الموحد D_3 مرور التيار الكهربائي من الطرف ١ إلى البطارية في حين يسمح تغذية ملف المجال بالتيار الكهربائي في بداية التشغيل لتوفير المجال المطلوب .

ثانياً : مولدات التيار المستمر :

يتركب مولد التيار المستمر من عضو ثابت Stator يحمل الأقطاب المغناطيسية وعضو دوار Armature Main Poles ويعمل ملفات التيار المستمر .

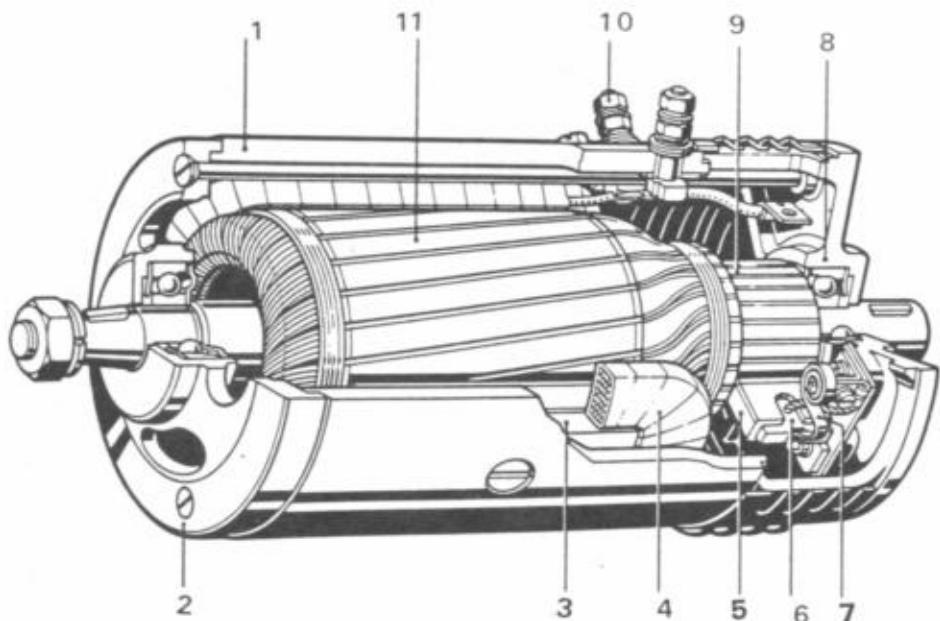
والشكل (٢٦ - ٧) يعرض مخططًا توضيحيًا لمولد تيار مستمر يستخدم في شحن البطاريات من إنتاج شركة Robert Bosch Corp .



الشكل (٢٥ - ٧)

حيث إن :

العضو الثابت	يای الفرشة	7
غطاء نهاية	غطاء نهاية	8
حذاء القطب	عضو التوحيد	9
ملفات المجال	أطراف توصيل	10
حامل الفرشة	العضو الدوار (عضو الاستنتاج)	11
الفرشة		6

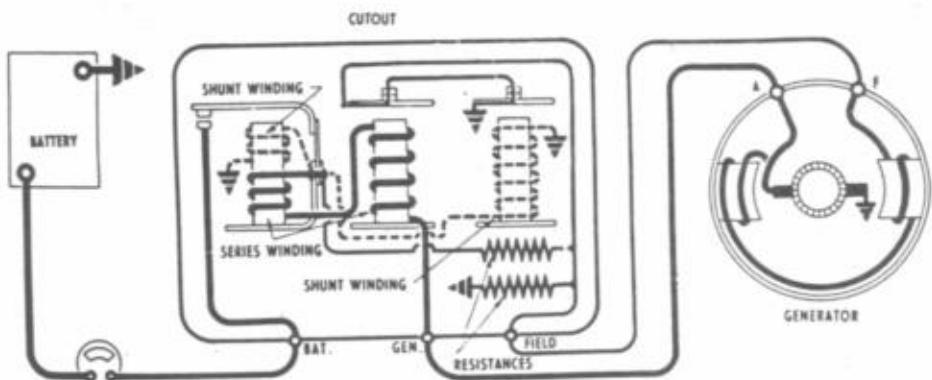


الشكل (٢٦ - ٧)

والجدير بالذكر أن عضو الاستنتاج يتكون من قلب مغناطيسي أسطواني مصنوع من رقائق من الصلب السليكوني المزولة عن بعضها، وتحتوى على مجاري طولية تحتوى على ملفات الكهربائية، ويثبتت فى القلب المغناطيسي عضو توحيد

Commutator مقسم للامات طولية معزولة عن بعضها، وتوصى أطراف الملفات مع هذه الامات بطريقة معينة أثناء التصنيع، ويثبت على عضو التوحيد للعضو الدوار فرش كربونية تنزلق على عضو التوحيد، ويتم دفع الفرش الكربونية تجاه عضو التوحيد بواسطة يابات موضوعة داخل حامل الفرش، وعند إدارة العضو الدوار يخرج تيار مستمر من الفرش الكربونية. وعادة يتم تنظيم الجهد الخارج من مولد التيار المستمر بواسطة Cut out.

والشكل (٢٧ - ٧) يوضح طريقة توصيل المولد Generator، والبطارية Battery، وجهاز أميتر Ammeter، والمنظم Cut out.



الشكل (٢٧ - ٧)

ويلاحظ أن المنظم له ثلاثة أطراف وهم Bat, Gen, Field مع البطارية عبر الأميتر، ويوصل طرف Gen مع الطرف A للمولد، ويوصل الطرف Field مع الطرف F للمولد.

والجدير بالذكر أن مولدات التيار المتردد يفضل استخدامها عن مولدات التيار المستمر في شحن البطاريات للميئات التالية:

- ١ - أخف وأصغر.
- ٢ - تحتوى على عناصر متحركة أقل.

٣ - تحتاج لصيانة أقل.

٤ - تقلل من سعة البطارية المرفقة بالأمبير ساعة نتيجة لإمكانية الشحن السريع لها.

٥ - عمر طويل لفرشها الكربونية حيث يمر تيار أقل فيها.

٦ - أسهل في الإصلاح.

٤ / ٣ - محركات بدء الحركة

معظم محركات بدء الحركة المستخدمة مع محركات дизيل تعمل عند جهد 12V أو 24V تيار مستمر. ويعمل محرك البدء على إدارة الطارة الحدافة لماكينة дизيل وبمجرد حدوث شوط قدرة واحد في ماكينة дизيل؛ يفصل التيار الكهربائي عن محرك البدء.

والجدير بالذكر أن الحركة تنتقل من محرك البدء إلى ترس الطارة الحدافة بواسطة ترس البنيون Pinion المثبت على عمود محرك البدء.

والشكل (٧ - ٢٨) يبين دائرة مبسطة لتشغيل محرك بدء حركة ماكينة дизيل.

حيث إن:

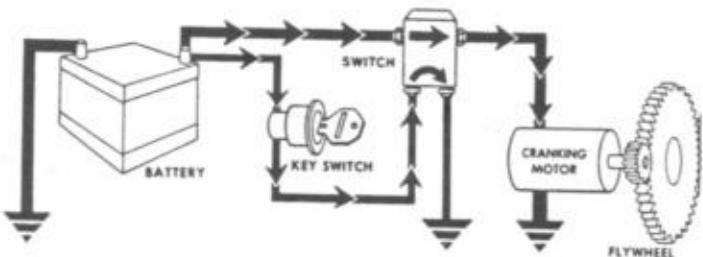
Flywheel طارقة حدافة

Cranking motor محرك بدء الحركة

Switch مفتاح كهرومغناطيسي

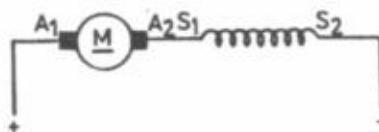
Key switch مفتاح البدء

Battery بطارية



الشكل (٧ - ٢٨)

وعادة يكون محرك بدء الحركة يكون محرك تيار مستمر نوع التوالي ودائرته كما بالشكل (٢٩ - ٧) .



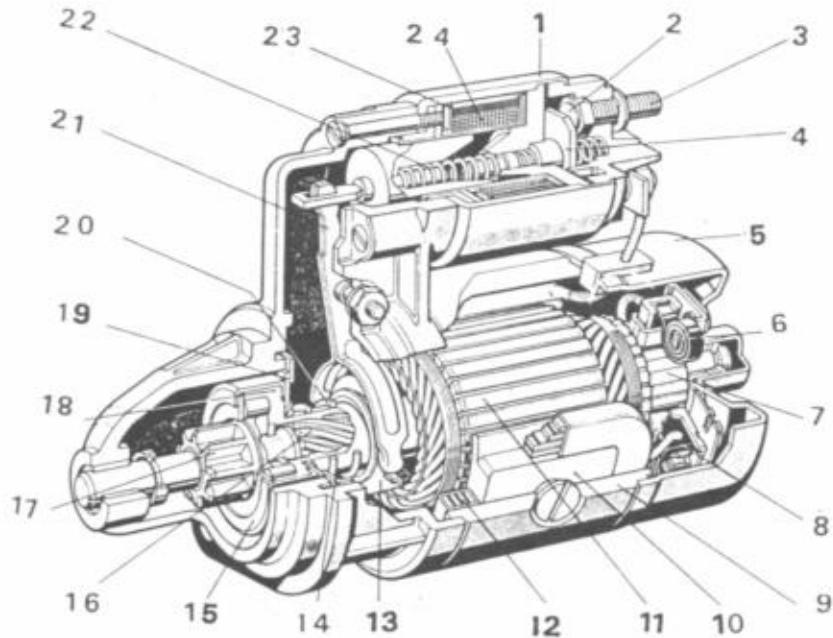
الشكل (٢٩ - ٧)

ونظراً لأن تيار بدء محركات البدء قد يصل إلى 100A أو أكثر؛ لذلك فعادة يرافق محرك البدء مفتاح كهرومغناطيسي لوصل وفصل التيار الكهربائي عن محرك البدء. والشكل (٢٩ - ٧) يعرض نموذجاً لمحرك بدء من صناعة شركة (Robert Bosch Corp).

حيث إن :

- | | |
|----|------------------------------|
| 1 | مفتاح كهرومغناطيسي |
| 2 | ريشة تلامس |
| 3 | طرف توصيل |
| 4 | ريشة متحركة |
| 5 | غطاء نهاية لعضو التوحيد |
| 6 | ياب الفرشة الكربونية |
| 7 | عضو توحيد |
| 8 | فرشة كربونية |
| 9 | جسم العضو الثابت |
| 10 | حذاه القطب |
| 11 | العضو الدوار (عضو الاستنتاج) |
| 12 | ملفات المجال |
| 13 | حلقة دليلية (إرشادية) |

14	وسيلة إيقاف
15	كلاتش
16	عمود عضو الاستئناف مزود بمحاري حلزونية
17	ترس البنيون
18	القائد
19	قرص الفرملة
20	يای التعشيق
21	ذراع دفع ترس البنيون
22	يای إرجاع
23	ملف إمساك
24	ملف تحرير



(٣٠ - ٧) الشكل

٥ / البدء في الأجزاء الباردة

إن بدء محركات дизيل في الأجزاء الباردة لمن المشاكل الكبيرة خصوصاً وأن كفاءة البطارية تقل بحدة مع انخفاض درجة الحرارة، كما أن لزوجة الزيت ترداد جداً مع انخفاض درجة الحرارة، الأمر الذي يؤدي إلى استحالة دوران ماكينة дизيل في الأجزاء الباردة في زمن البدء العادي والذي يتراوح ما بين (3.7:7.5) ثانية.

لذلك فإن هناك بعض الطرق المستخدمة للمساعدة في بدء ماكينة дизيل في الأجزاء الباردة مثل:

- ١ - استخدام أنواع خاصة من الوقود الكحولي الأيثيلي.
- ٢ - تسخين ماء التبريد.
- ٣ - تسخين زيت التزييت.
- ٤ - تسخين هواء الدخول.
- ٥ - تسخين إضافي لغرفة الحريق بشمعة تسخين.
- ٦ - تسخين بطارية البدء.

وتعتبر أهم الطرق المستخدمة لتحسين بدء ماكينة дизيل هي الطريقة الثانية والثالثة الخامسة.

والشكل (٧ - ٣١) يعرض ماكينة дизيل بأربعة أسطوانات تستخد شمعات تسخين للبدء من إنتاج شركة Volkswagen of America, Inc.

- | | |
|---|--|
| ١ | سير نقل الحركة من عمود المرفق إلى عمود الكامات (الخدبات) |
| ٢ | رشاش |
| ٣ | شمعة تسخين |
| ٤ | جلب يتحكم في ذراع التحكم في تدفق مضخة الحقن |
| ٥ | خطوط الوقود المتصلة بالرشاشات |

6

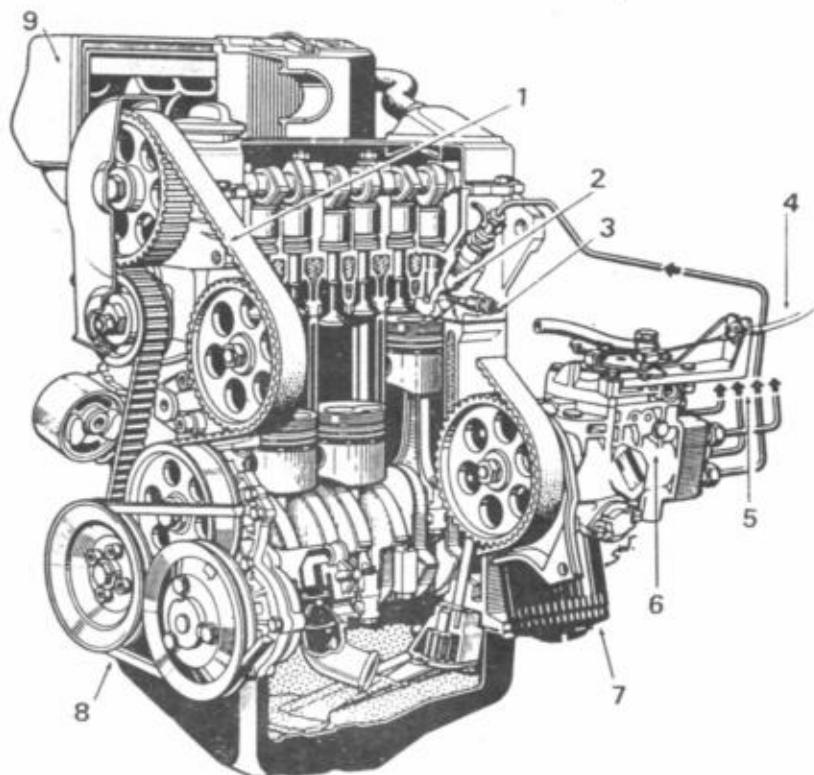
مرشح زيت

7

سيير على شكل (V) لنقل الحركة من عمود المرفق للمضخة والمولد

8

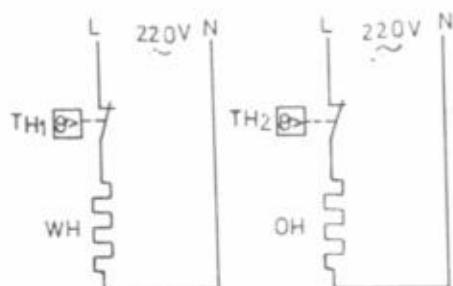
مرشح هواء



الشكل (٧ - ٣١)

والشكل (٧ - ٣٢) يعرض الدائرة الكهربائية لسخان زيت OH قدرته 125W يعمل عند جهد 220V (الشكل 1)، والدائرة الكهربائية لسخان ماء التبريد WH قدرته 750W ويعمل عند جهد 220V، ويتم تغذيتها من الكهرباء العمومية أثناء وجود المصدر الكهربائي الرئيسي.

والجدير بالذكر أن قدرة سخان الماء لمولد سعته 750KVA، تصل إلى 2250W،
في حين تصل قدرة سخان الزيت إلى 600W لنفس المولد.



الشكل (٣٢ - ٧)

الباب الثامن

المخططات الكهربائية لوحدات التوليد

المخططات الكهربية لوحدات التوليد

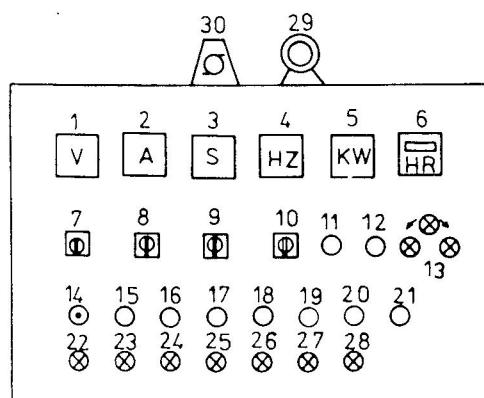
١ / ٨ - المخططات الكهربية لوحدة توليد سعتها 250 KVA

الشكل (٨ - ١) يعرض لوحة التحكم لهذه الوحدة .

حيث إن :

1	جهاز فولتميتر
2	جهاز أميتر
3	جهاز توافق
4	جهاز قياس تردد
5	جهاز قياس قدرة فعالة
6	قياس الساعات
7	مفتاح اختيار الجهد
8	مفتاح اختيار التيار
9	مفتاح تشغيل جهاز التوافق
10	مفتاح زيادة وتقليل السرعة
11	ضاغط غلق الكونتاكتور الرئيسي
12	ضاغط فتح الكونتاكتور الرئيسي
13	لمبات التزامن
14	نقطة معايرة جهد أطراف المولد
15	ضاغط المعرفة
16	ضاغط تحرير الإنذار

- | | |
|----|------------------------------|
| 17 | ضاغط تشغيل الماكينة |
| 18 | ضاغط إيقاف الماكينة |
| 19 | ضاغط اختبار اللعبات |
| 20 | لمبة انخفاض ضغط الزيت |
| 21 | لمبة انخفاض درجة حرارة الزيت |
| 22 | لمبة ارتفاع درجة حرارة الماء |
| 23 | لمبة زيادة السرعة |
| 24 | لمبة بيان تعدد زمن البدء |
| 25 | لمبة زيادة التيار أو القصر |
| 26 | لمبة انعكاس القدرة |
| 27 | لمبة التسرب الأرضي |
| 28 | لمبة بيان التشغيل العادي |
| 29 | بوق الإنذار الصوتي |
| 30 | لمبة الإشارة الدوارة |



الشكل (٨ - ١)

والشكل (٨ - ٢) يعرض المخططات الكهربائية لهذه الوحدة والتي سعتها 250KVA حيث تستخدم دائرة الكترونية واحدة خاصة بمنظم الجهد AVR، ويستخدم كونتاكتور رئيسي للتحكم في وصل وفصل أحمال المولد، وكذلك تستخدم ريليهات التحكم التالية:

– ريلاي زيادة التيار.

– ريلاي قصر الدائرة.

– ريلاي تسرب أرضي.

– ريلاي انعكاس القدرة.

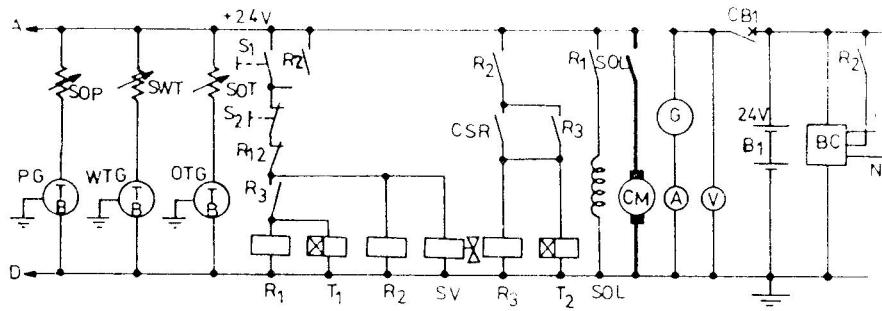
ويمكن لهذا المولد تشغيله بمفرده، وكذلك تشغيله بالتوافق مع الشبكة الرئيسية وذلك يدوياً، أما بخصوص ماكينة дизيل للمولد فيتم التحكم فيها بالطرق التقليدية باستخدام مجموعة ريليهات كهرومغناطيسية بالاستعانة بالعناصر التالية:

١ – محس درجة حرارة الماء.

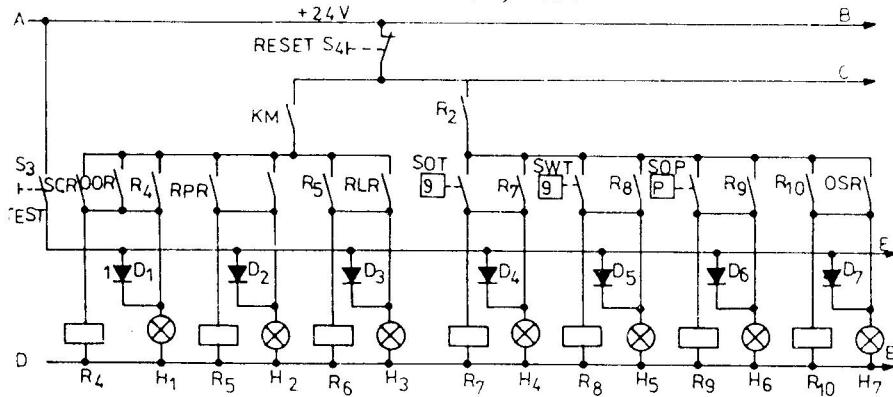
٢ – محس درجة حرارة الزيت.

٣ – محس ضغط الزيت.

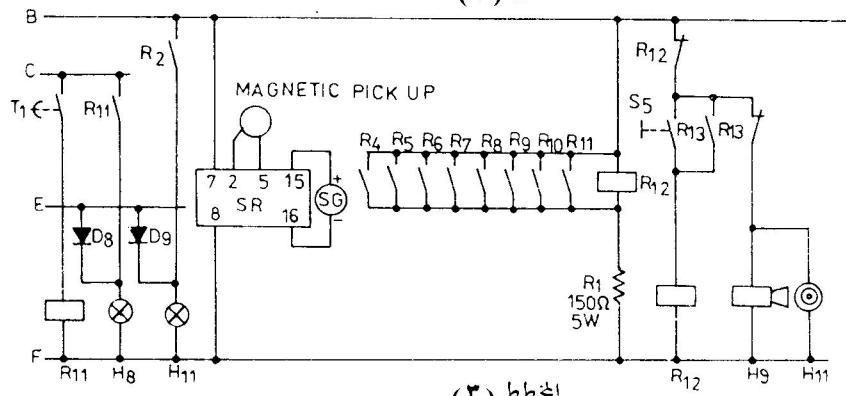
٤ – ريلاي سرعة.



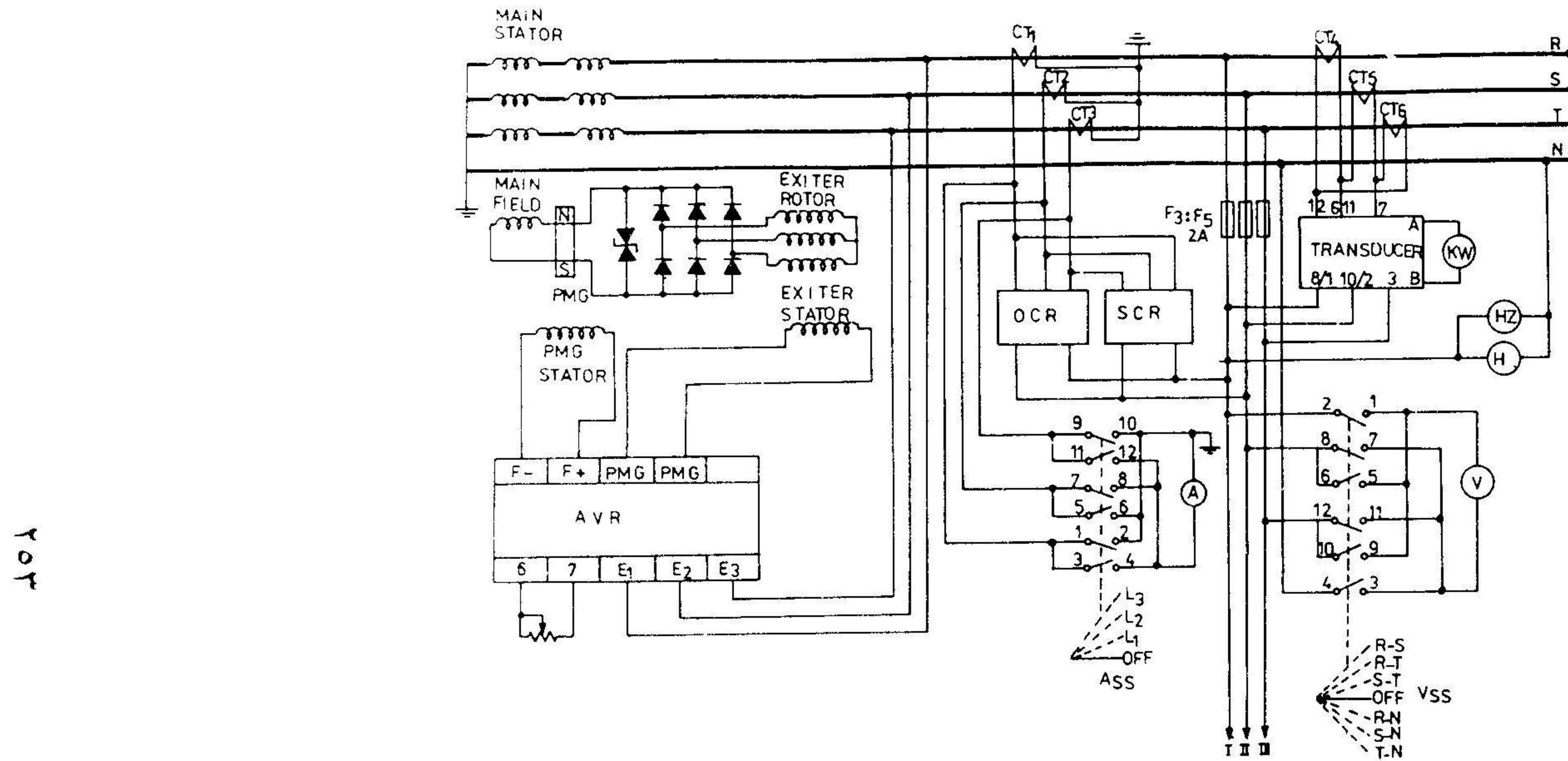
المخطط (١)



الخطط (٢)

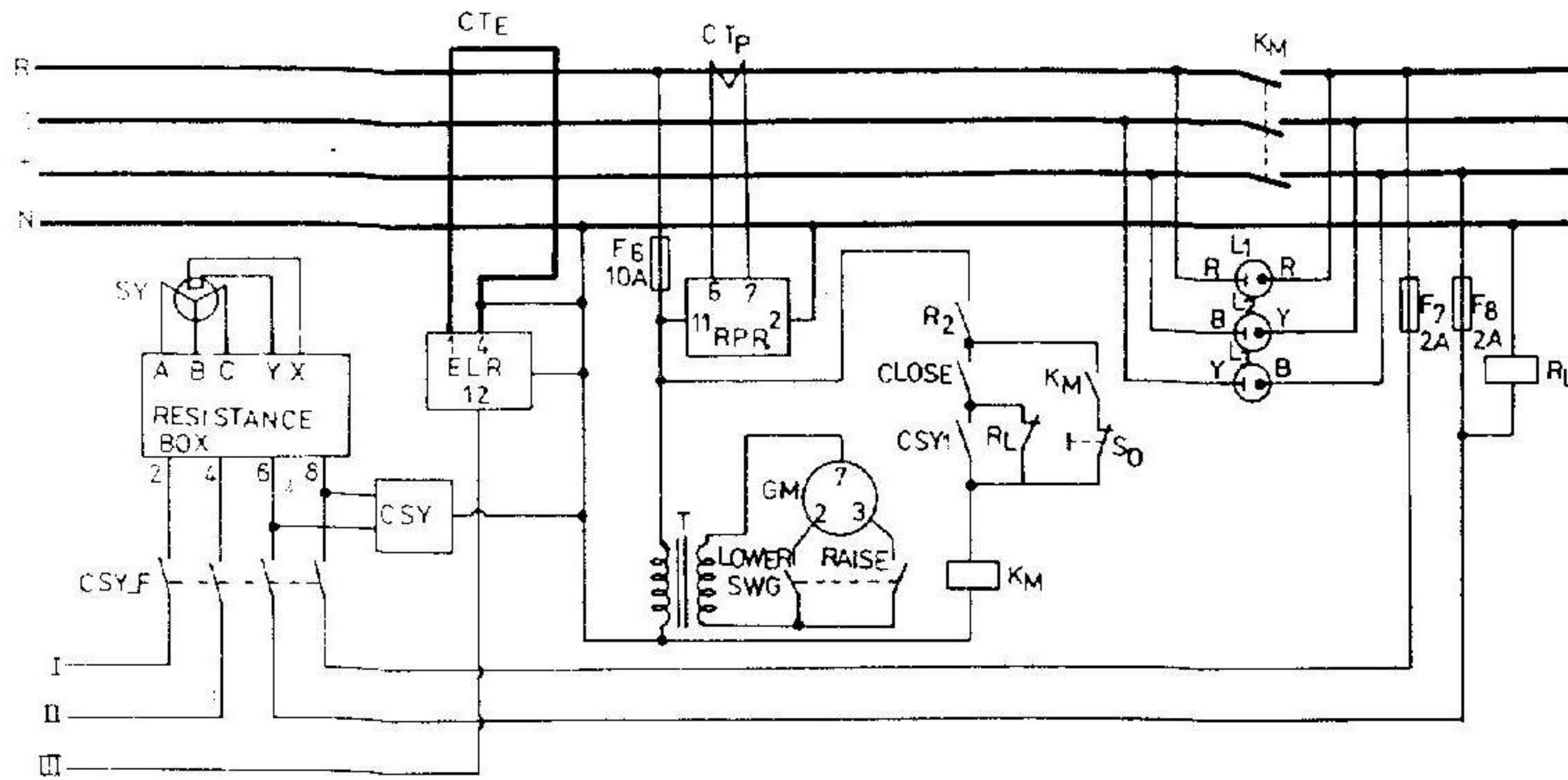


(٣) المخطط



الخطط (٤)

تابع الشكل (٢ - ٨)



الخط (٥)

تابع الشكل (٢ - ٨)

محتويات دوائر التحكم المبنية باختلطات 1, 2, 3

CB1	قاطع دائرة قطب واحد
BC	وحدة شحن أستاتيكية للبطارية
B1	(بطاريتان) على التوالى
G	مولد شحن البطارية
A	عداد تيار الشحن
V	عداد جهد الشحن
CM	محرك البدء
SOL	ملف تشغيل محرك البداء
SWT	مجس ارتفاع درجة حرارة الماء
SOT	مجس ارتفاع درجة حرارة الزيت
SOP	مجس انخفاض ضغط الزيت
Magnetic Pickup	مجس السرعة
SR	ريلاي السرعة
CSR	ريشة انتهاء البدء لريلاي السرعة
OSR	ريشة زيادة السرعة لريلاي السرعة
R1	ريلاي إضافي
T1	مؤقت تعيدي زمن البدء
R2	ريلاي إضافي للدوران
SV	ضمام كهربائي للوقود
R3	ريلاي إضافي لانتهاء البدء
T2	مؤقت يمنع عمل إنذار انخفاض ضغط الزيت في بداية التشغيل

R4	ريلاي إضافي ي العمل عند زيادة التيار أو القصر
R5	ريلاي إضافي ي العمل عند انعكاس القدرة
R6	ريلاي إضافي ي العمل عند التسرب الأرضي
R7	ريلاي إضافي ي العمل عند ارتفاع حرارة الزيت
R8	ريلاي إضافي ي العمل عند ارتفاع حرارة الماء
R9	ريلاي إضافي ي العمل عند انخفاض ضغط الزيت
R10	ريلاي إضافي ي العمل عند زيادة سرعة الماكينة
R11	ريلاي إضافي ي العمل عند تعدد زمن البدء
R12	ريلاي الخطا العادم
R13	ريلاي المعرفة (إسكات الإنذار الصوتي)
H1	لمبة بيان زيادة التيار أو القصر
H2	لمبة بيان انعكاس القدرة
H3	لمبة بيان التسرب الأرضي
H4	لمبة بيان ارتفاع حرارة الزيت
H5	لمبة بيان ارتفاع حرارة الماء
H6	لمبة بيان انخفاض ضغط الزيت
H7	لمبة بيان زيادة السرعة
H8	لمبة بيان تعدد زمن البدء
H9	بوق الإنذار الصوتي
H10	لمبة الإنذار الومضة
H11	لمبة بين التشغيل العادي
S1	ضاغط بدء التشغيل

S2	مطابق الماكينة
S3	مطابق اختبار ملبات البيان
S4	مطابق تحرير الإنذار
S5	مطابق المعرفة (إسكات الإنذار الصوتي)
WTG	درجة حرارة الماء
OTG	درجة حرارة الزيت
PTG	ضغط الزيت
SG	سرعة الماكينة
D1 - D9	نات اختبار ملبات البيان

نوات الرئيسيّة المبنية باختلطات (4.5) :

Main Stator	ثابت الرئيسي
Main Rotor	الدوار الرئيسي (المجال الرئيسي)
Exiter Rotor	لدوار لمولد الإثارة
Exiter Stator	ثابت لمولد الإثارة
PMG Stator	ثابت لمولد المغناطيسي الدائم
PMG Rotor	دوار لمولد المغناطيسي الدائم
AVR	هد
CT1, CT2, CT3	تيار ريليهات زيادة التيار والقصور
CT4, CT5, CT5	تيار جهاز قياس القدرة
CTE	ريلائي التسرب الأرضي
CTP	ـ ريلائي انعكاس القدرة
ASS	تيار التيار

VSS	مفتاح اختيار المجهد
A	جهاز قياس التيار
V	جهاز قياس المجهد
HZ	جهاز قياس التردد
H	جهاز قياس ساعات التشغيل
SY	جهاز التوافق (السينكروسكوب)
Transducer	صناديق التحكم في جهاز قياس القدرة
Resistance box	صناديق مقاومات جهاز التوافق
OCR	ريلاى زيادة التيار
SCR	ريلاى القصر
ELR	ريلاى التربب الأرضى
RPR	ريلاى انعكاس القدرة
CSY	ريلاى اختبار التزامن
L1, L2, L3	لمبات بيان التزامن
GM	محرك التحكم في سرعة الماكينة
KM	كونتاكتور رئيسي
RL	ريلاى إضافي للحمل
Close	ضاغط غلق الكونتاكتور الرئيسي
Open	ضاغط فتح الكونتاكتور الرئيسي
SSY	مفتاح تشغيل جهاز التوافق
T	محول
F3, F4, F5,F6, F7,F8	مصهرات
SWG	مفتاح ضبط سرعة الماكينة

نظريّة التشغيل :

(الخطط 1)

في البداية يتم الضغط على الضاغط S1 فيعمل ريلاي البدء R1 وريلاي الدوران R2 وصمام الوقود SV، وتبعاً يكتمل مسار تيار ملف محرك البداء SOL فيعمل محرك البداء CM، ويدور المحرك وعند وصول سرعة ماكينة дизيل حوالي 50% من السرعة المقصنة أي 900RPM ، تعمل ريشة انتهاء البداء لريلاي السرعة CSR، فيعمل الريلاي R3، ويفصل ريلاي البداء R1، وكذلك يفصل مؤقت تعدد زمن البداء T1، ومجرد عمل ريلاي الدوران R2، تفصل وحدة شحن البطاريات الالكترونية BC. ويتم شحن البطاريات من مولد الشحن G ويقوم عداد تيار الشحن A مقابس تيار الشحن، وكذلك يقوم عداد جهد الشحن V بقياس جهد الشحن.

(الخطط 3)

وفي الوضع الطبيعي تعمل لمبة البيان H11 للدلالة على عمل ماكينة дизيل وكذلك يكتمل مسار تيار ريلاي الخطأ R12 .

(الخطط 4)

وعكن للمشتغل ضبط جهد المولد بواسطة المقاومة المتغيرة POT الموصولة مع AVR وصولاً للجهد المطلوب.

(الخطط 5)

ويمكن رفع أو خفض سرعة الماكينة يدوياً، بواسطة مفتاح التحكم في السرعة SWG، وذلك من خلال التحكم في اتجاه دوران محرك الحاكم GM.

(الخطط 4)

وهناك احتمالان لإدخال المولد الخدمة وهما :

أولاً: عدم وجود تيار كهربائي عند الحمل، وفي هذه الحالة يتم الضغط على ضاغط غلق الكونتاكتور الرئيسي KM (الضاغط CLOSE)، فيكتمل مسار تيار الكونتاكتور KM وتدخل الاحمال على المولد.

ثانياً: وجود تيار كهربائي عند الحمل من مصدر خارجي مثل: الشبكة الموحدة وفي هذه الحالة يجب غلق مفتاح جهاز التوافق SY، والتحكم في سرعة الماكينة بواسطة مفتاح التحكم في سرعة الماكينة SWG، وعند الوصول إلى وضع التزامن المناسب، فإن اللمة L1 ستطفئ وتضيء اللمبات L2, L3، وكذلك فإن مؤشر جهاز التوافق SY سيتوقف على وضع الساعة 12 وفي هذه الحالة فإنه عند الضغط على ضاغط الغلق Close يكتمل مسار تيار الكونتاكتور الرئيسي.

(الخطئات 2, 3)

الأخطاء الخاطئة:

- ١- زيادة التيار أو قصر على أطراف المولد فيعمل الريلاي الإضافي R4 وتضيء لمبة البيان H1 (الخطأ 2).
- ٢- انعكاس القدرة وي العمل الريلاي R5 وتضيء لمبة البيان H4.
- ٣- تسرب أرضي وي العمل الريلاي R6 وتضيء لمبة البيان H3.
- ٤- ارتفاع درجة حرارة الزيت وي العمل الريلاي R7 وتضيء لمبة البيان H4.
- ٥- ارتفاع درجة حرار الماء وي العمل الريلاي R8 وتضيء لمبة البيان H5.
- ٦- انخفاض ضغط الزيت وي العمل الريلاي R9 وتضيء لمبة البيان H6.
- ٧- زيادة سرعة ماكينة дизيل وي العمل الريلاي H10 وتضيء لمبة البيان H7.
- ٨- تعدد زمن البدء، والذي يساوي 10S وي العمل الريلاي R11 وتضيء لمبة البيان H8.

وفي جميع الحالات السابقة يحدث قصر على أطراف ريلاي الإنذار الرئيسي R12 فيفقد مغناطيسيته، وتعود الريشة لوضعها الطبيعي، وي العمل كلّ من البوق H9، ولمبة الإنذار الوماضية H10 فينقطع مسار تيار ريلاي الدوران R2، وصمام الوقود SV، والكونتاكتور الرئيسي KM، وتتوقف الماكينة والمولد.

ويمكن إسكات البوق وكذلك إيقاف لمبة الإنذار الدوارة (الوماضية) بواسطة الضاغط S5 الذي يعمل على تشغيل ريلاي المعرفة R13، والذي يقوم بدورة بفصل

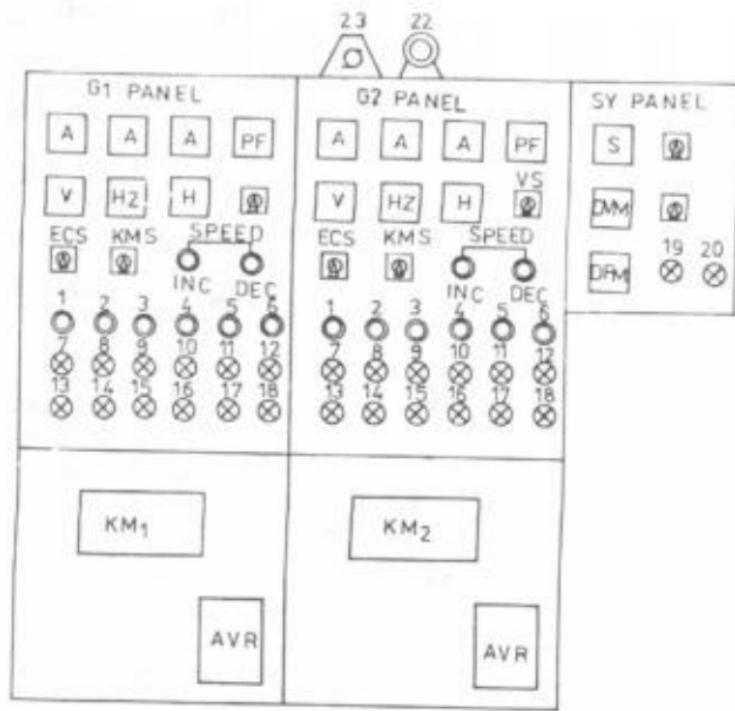
كلٌ من H9, H10. وبعد ذلك يمكن معرفة سبب الإنذار بواسطة لبة البيان المضيئة، وبعد إزالة سبب المشكلة يمكن تحرير الخطأ بواسطة ضاغط التحرير S2 (افعلط ١) والعودة للوضع الطبيعي.

والجدير بالذكر أنه للأطمئنان على سلامة لمبات البيان يتم اختبارها بواسطة الضاغط S3.

٨ - الخطط الكهربائية لوحدتين يعملان على التوازي

الشكل (٣ - ٨) يعرض لوحتن التحكم لوحدتين سعة كلٌ منها 750KVA يعملان على التوازي عند جهد 380V، وتردد 50HZ.

ففي حالة اختيار بدء تشغيل ماكينات дизيل للمولدین اتوماتيكياً، فبمجرد انقطاع المصدر الكهربائي الرئيسي، تعمل ماكينة дизيل للمولد الذي تم اختياره بواسطة مفتاح اختيار المولد الذي يعمل أولاً duty Switch G1. فعند اختيار المولد G1 تعمل ماكينة المولد G1 أولاً وعند زيادة أحصار المولد G1 عن 90% من الحمل الكامل له يقوم ريلاي التيار المزدوج بتشغيل ماكينة المولد G2 لتدخل هي الأخرى الخدمة. وفي حالة انخفاض قدرة أحد المولدین عن 20% من الحمل الكامل لها يتوقف المولد وماكينته في الحال.



الشكل (٣ - ٨)

والشكل (٣ - ٤) يعرض الخطوط الكهربائية الخاصة بالمولدين G1 ، G2 علماً بأن الخطوط ٦, ١, ٢, ٣ مكررة لكلا المولدين ، فكل مولد له نفس الدوائر الموجودة في هذه الخطوط .

محتويات الخطوط :

BC	وحدة شحن الكترونية
G	مولد شحن البطارية
CM	محرك بدء حركة ماكينة дизيل
SOL	ملف محرك بدء الحركة

CR1	موحد انعکاس قطبية البطاريات
B1 - B2	بطاریات
CB1	قاطع حماية دوائر التحكم (قطب واحد) محتويات الخطط 2 :
ECU	وحدة التحكم في الماكينة
ECS	مفتاح اختيار طريقة عمل الماكينة وله ثلاثة اوضاع (Aut/ Off/ Man)
R1	ريلاي إضافي للطوارئ
R2	ريلاي إضافي للتشغيل اليدوى
R3	ريلاي إضافي لبدء التشغيل
R4	ريلاي إضافي للخطأ
R5	ريلاي إضافي للدوران
R6	ريلاي إضافي لزيادة السرعة
R7	ريلاي انخفاض ضغط الزيت
T5	مؤقت يؤخر عند الفصل
SS	مجس السرعة
SP	مجس انخفاض ضغط الزيت
ST	مجس ارتفاع درجة الحرارة
H1	لمبة بين عمل الماكينة
H2	لمبة بيان زيادة السرعة
H3	لمبة بيان تعدد زمن البدء
H4	لمبة بيان ارتفاع حرارة ماء التبريد

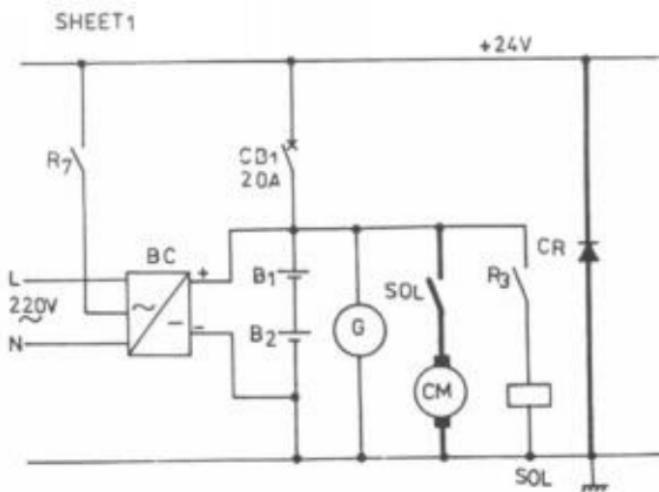
H5	لمبة بيان زيادة ضغط الزيت
H	عداد ساعات التشغيل
Emergency	ضاغط الطوارئ
Test	ضاغط اختبار اللعبات
AV	صمام دخول الهواء
FV	صمام الوقود
محتويات المخطط 3 :	
R8	ريلاي إضافي يعمل عند انخفاض التردد
R9	ريلاي إضافي عند انخفاض الجهد
R10	ريلاي إضافي يعمل عند انعكاس القدرة
R11	ريلاي إضافي يعمل عند القصر وزيادة الحمل
R12	ريلاي إضافي يعمل عند زيادة الجهد
R13	ريلاي إضافي يعمل عند الطوارئ
R14	ريلاي إضافي يعمل عند ارتفاع درجة حرارة المولد
R15	ريلاي الخطأ العام
R16	ريلاي إزالة الإنذار
H6	لمبة تعمل عند انخفاض التردد
H7	لمبة تعمل عند انخفاض الجهد
H8	لمبة تعمل عند انعكاس القدرة
H9	لمبة تعمل عند القصر وزيادة الحمل
H10	لمبة تعمل عند زيادة الجهد
H11	لمبة تعمل عند الطوارئ

H12	لمبة تعمل عند ارتفاع درجة حرارة المولد
H13	بوق الإنذار الصوتي
H14	لمبة الإنذار الومضة الدوارة
Reset	ضاغط تحرير الإنذار
ACK	ضاغط المعرفة
	محظيات الخطط : 4
T1	مؤقت يؤخر عند فصل ماكينة G1 أربع دقائق لحظة عودة التيار الرئيسي
	مؤقت يؤخر عند فصل ماكينة G2 أربع دقائق لحظة عودة التيار
T3	الرئيسي
	مؤقت يؤخر عند فصل قاطع المولد G1 عشرون ثانية لحظة عودة التيار
T2	الرئيسي
	مؤقت يؤخر عند فصل قاطع المولد G2 عشرون ثانية لحظة عودة التيار
T4	الرئيسي
R17	ريلاي إضافي يعمل عند عمل T1 أو T2
R18	ريلاي إضافي يعمل عند عمل T3 أو T4
Test	ضاغط اختبار محرّكات дизيل
ATS	ريشة مفتوحة من مفتاح الانتقال الآوتوماتيكي
KM1	كونتاكتور رئيسي للمولد G1
KM2	كونتاكتور رئيسي للمولد G2
KMS1	مفتاح اختبار طريقة غلق الكونتاكتور الرئيسي للمولد G1
KMS2	مفتاح اختبار طريقة غلق الكونتاكتور الرئيسي للمولد G2
Open	ضاغط فتح الكونتاكتور الرئيسي

Close	ضاغط غلق الكونتاكتور الرئيسي
DS	مفتاح الخدمة
MS1, MS2	ريش مفتوحة من مفتاح التزامن البدوى
	محتويات اخططت 5 :
SY1	جهاز التزامن للمولد G1
SY1	جهاز التزامن للمولد G2
LS1	جهاز تقسيم أحمال المولد G1
LS2	جهاز تقسيم أحمال المولد G2
KM1	الكونتاكتور الرئيسي للمولد G1
KM2	الكونتاكتور الرئيسي للمولد G2
M1	محرك التحكم في سرعة ماكينة المولد G1
M2	محرك التحكم في سرعة ماكينة المولد G2
Inc.	ضاغط زيادة السرعة يدوياً
Dec.	ضاغط تخفيض السرعة يدوياً
CT4, CT6	محولات تيار منظمات الجهد
CT5, CT7	محولات تيار مقسمات الاحمال
	محتويات اخططت 6 :
Main stator	العضو الثابت للمولد الرئيسي
Main Rotor	العضو الدوار للمولد الرئيسي
PMG Stoter	ملفات العضو الثابت للمولد ذات المغناطيسي الدائم
PMG Roter	ملفات العضو الدوار للمولد ذات المغناطيسي الدائم
Exiter Rotor	ملفات العضو الدوار لمولد الإثارة
Exiter Stator	ملفات العضو الثابت لمولد الإثارة

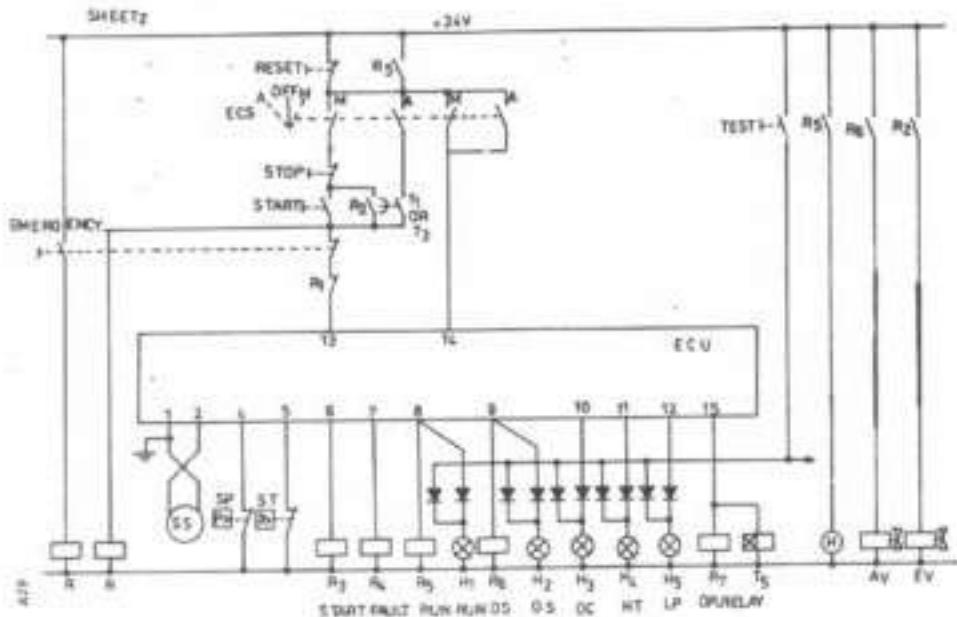
OCR	ربلاى زياده التيار
SCR	ربلاى تيار القصر
THR	ربلاى ارتفاع درجه الحرارة
UOVR	ربلاى انخفاض وزيادة الجهد
OFR	ربلاى زياده التردد
UFR	ربلاى انخفاض التردد
DCR	ربلاى التيار المزدوج
A, A, A	اجهزه قياس التيار
V	جهاز فولتيميتر
CT ₁ - CT ₃	محولات تيار
PF	جهاز معامل قدرة
PF Transformer	مجس معامل قدرة
POT	مقاومات ضبط جهد المولد
Thermister	مقاومات حرارية
VSS	مفتاح اختيار الجهد
DVM	جهاز فولتيميتر مزدوج
DFM	جهاز أميتير مزدوج
S	جهاز سينكروسكوب
Resistance box	صندوق مقاومات
MS	مفتاح التزامن اليدوى وله ثلاثة اوضاع (G ₁ / Off / G ₂)
L ₁ , L ₂	لبات التزامن
R ₁₉	ربلاى إضافى لقضيب التزامن

(١) مخطط



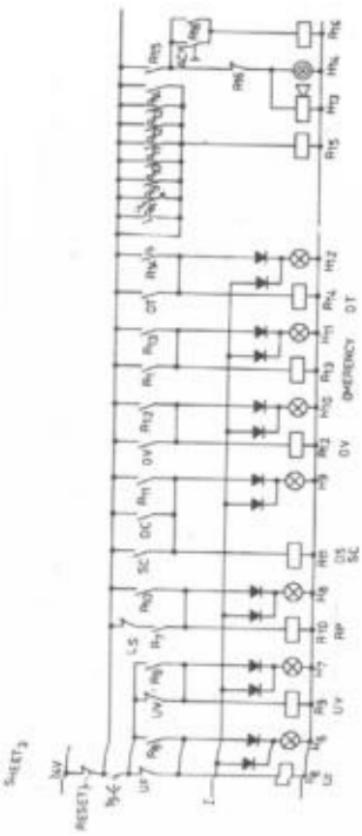
الشكل (٤ - ٨)

مخطط (٢)

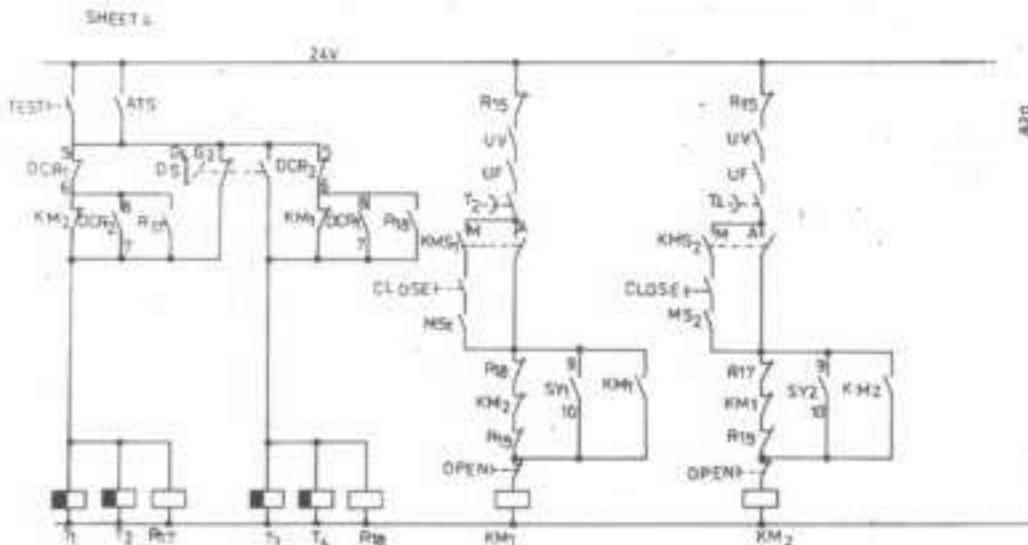


تابع الشكل (٤ - ٨)

تابع الشكل (٨ - ٤)

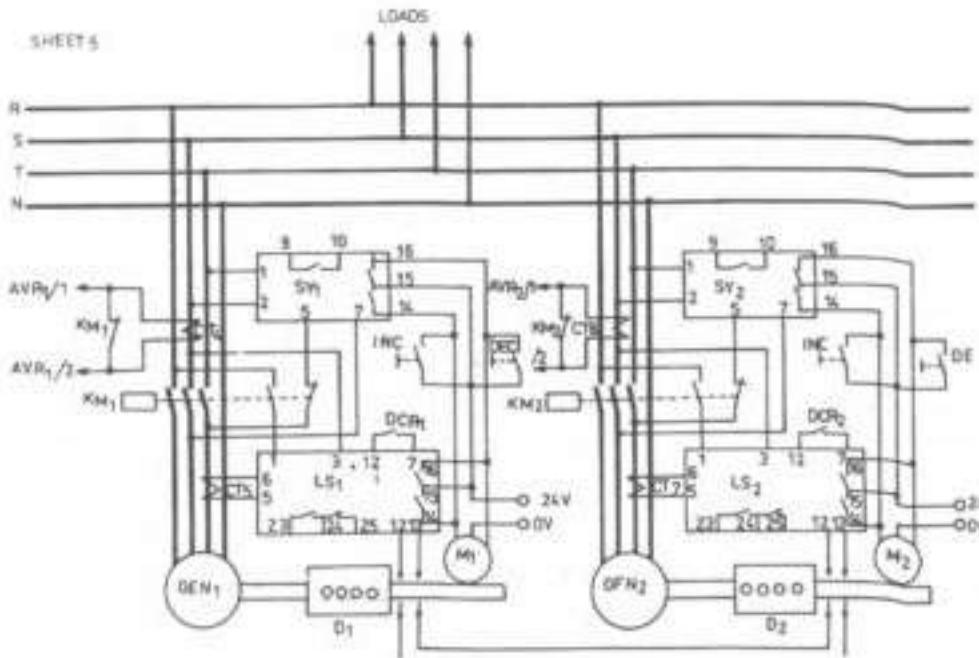


(٤) مختلط



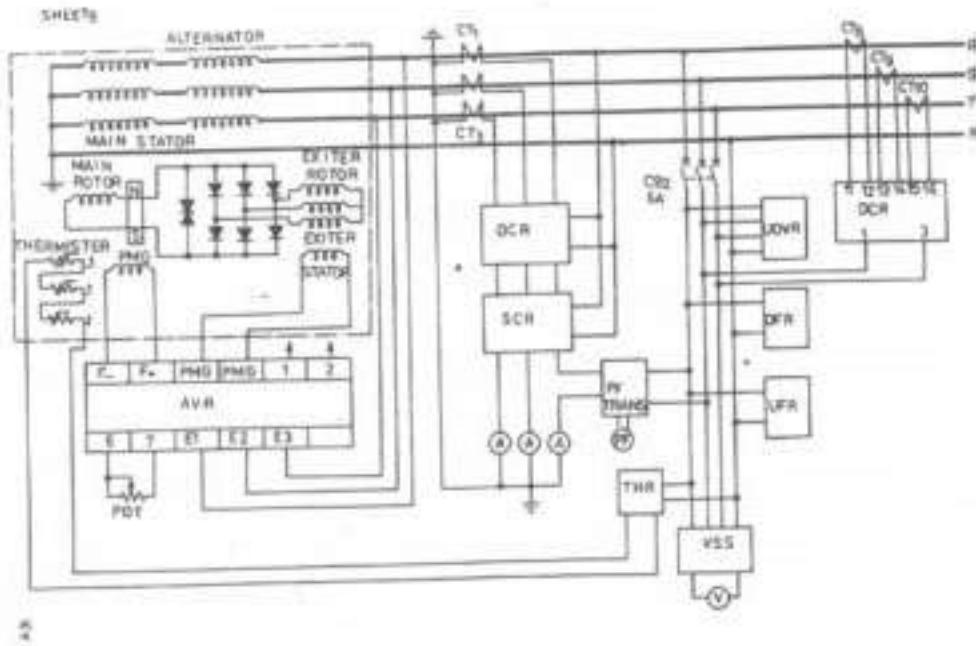
تابع الشكل (٤ - ٨)

(a) مخطط



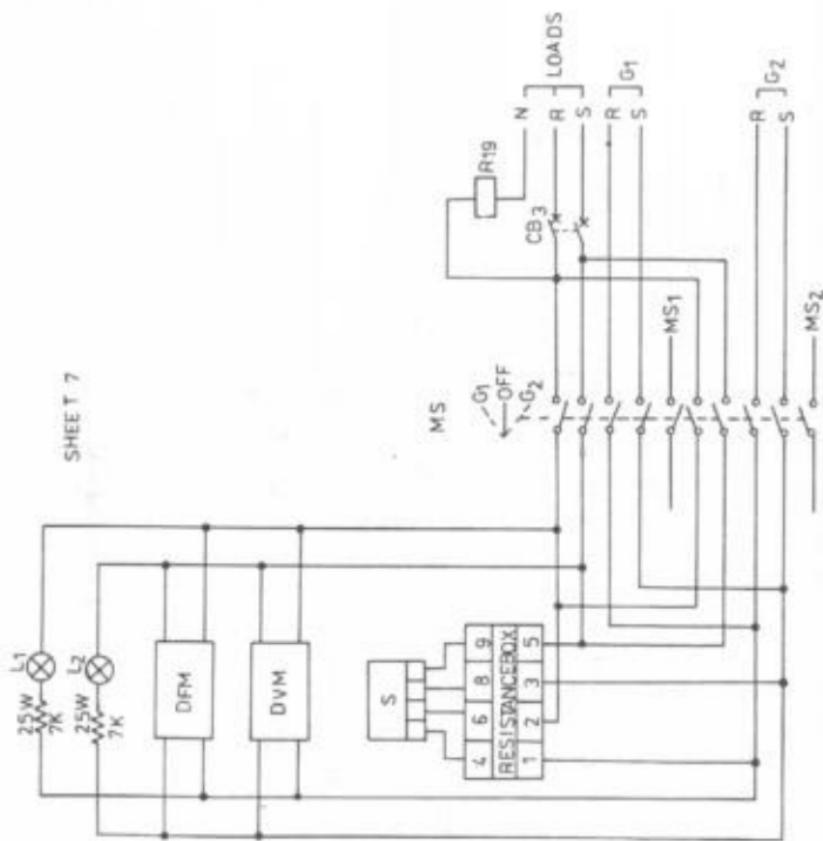
تابع الشكل (t - A)

(٦) مخطط



تابع الشكل (٤ - ٨)

المخطط (٧)



تابع الشكل (٤ - ٨)

نظريّة التشغيل :

في البداية يتم تحديد وضع كل من وضع مفتاح اختبار أداء الماكينة ECS على وضع A (المخطط ٢) ووضع مفتاح اختبار وضع الكوontaكتور الرئيسي KM1 على وضع A (المخطط ٤) ووضع مفتاح الخدمة على وضع G1 (المخطط ٤).

ف عند انقطاع المصدر الكهربائي الرئيسي ، يعمل مفتاح الانتقال الآوتوماتيكي ATS فيغلق ريشته (المخطط ٤) ، فيكتمل مسار المؤقتات T1 ، T2 والريلائي R17

(الخط ٤) وتغلق الريشة المفتوحة للمؤقت T1 (الخط ٢) فيكتمل مسار التياروصولاً للنقطة 13 لوحدة التحكم في الماكينة ECU (الخط ٢)، فيكتمل مسارتيار الريال R3 ، والريال R7، وتبعاً يعمل محرك البداء SOL ، ومن ثم يعملمحرك البداء CM (الخط ٣). وعند وصول سرعة الماكينة لحوالي 50% من السرعةالمقنة للمولد أى 900 لفة / دقيقة تقوم ECU بفصل التيار الكهربائي عن R3، وتوصيلتيار الكهربائي للريال R4 (الخط ٢) علماً بأن مجس السرعة SS يقوم بإرسالنبضات يتتناسب ترددتها طردياً مع سرعة الماكينة، ويمكن لوحدة التحكم في الماكينةECU معرفة قيمة سرعة الماكينة بواسطة دائرة قياس تردد النبضات الموجودة بداخلهاويمجرد وصول قيمة جهد المولد للقيمة المقنة وكذلك تردد المولد للتتردد المقنبيكتمل مسار تيار الكونتاكتور KM1 (الخط ٤)، ويتم تغذية الأحمال.

والجدير بالذكر أنه عند زيادة الأحمال عن 90% من الحمل المقن لهذا المولد، يقومريال الشمار المزدوج DCR1 للمولد G1 (الخط ٦) بغلق ريشته DCR1/7-8فيكتمل مسار تيار T3, T4, R18 (الخط ٤) وتبعاً تعمل ماكينة المولد G2 بنفسطريقة عمل المولد G1. وعند وصول جهد وتردد المولد G2 للقيم المقنة وعند الوصولحالة التزامن يغلق جهاز التزامن SY2/9-10 ويشتهر المفتوحة KM2 ويعمل SY2 (الخط ٤).

ولنفرض أن أحمال المولدين في لحظة معينة انخفضت عن 20% من الحمل المقنللمولدين في هذه الحالة ينقطع مسار تيار كلاً من T3, T4, R18 (الخط ٤)، وبعدمرور 20S (زمن تأخير T4) ينقطع مسار تيار الكونتاكتور KM2 (الخط ٤)، وينتقلحمل المولد G2 إلى المولد G1، وبعد مرور زمن 4 دقائق (زمن تأخير المؤقت T3)،ينقطع التيار الكهربائي عن النقطة 13 ECU/13 (الخط ٢) وهذا الزمن كافٍ لتسريح ماكينة المولد G2. وبنفس الطريقة يمكن تبع التشغيل اليدوي للماكينة؛ وكذلكلكونتاكتورات الرئيسية كما أنه يمكن تبع طريقة إجراء التزامن اليدوي بينالمولدين G1, G2 بواسطة ضاغط غلق وفتح الكونتاكتورات الرئيسية Close open (الخط ٤).

وبخصوص الكونتاكتورات KM1, KM2، وكذلك ريليهات زيادة التيار OCR، وتيار القصر SCR، فيمكن استبدالهم بقواطع دائرة بنفس الطريقة المتبعة في مفتاحالانتقال الآوتوماتيكي (الفقرة ٥ - ٤).

الباب التاسع

التشغيل والصيانة والإصلاح

التشغيل والصيانة والإصلاح

١ / ٩ - تشغيل وحدة التوليد لأول مرة

قبل بدء تشغيل الوحدة لأول مرة يجب إجراء الفحوصات التالية:

- ١ - الفحص بالنظر، للتأكد من عدم وجود أي أجزاء مفكوكه.
 - ٢ - فحص الخلوص بين العضو الثابت، والعضو الدوار للمولد الرئيسي، ويجب التأكد من أن المولد يدور بحرية، بإدارة المولد بواسطة عتلة باليد دورتين كاملتين، مع الحذر من تعريض مروحة المولد لאי قوة أثناء إدارته باليد.
 - ٣ - تثبت الكابلات التي تنقل القدرة الكهربائية من المولد إلى الأحمال، بطريقة تمنع تلفهم أثناء دوران المولد.
 - ٤ - التأكد من أن المولد مؤرض جيد، ولمعرفة المزيد عن موضوع التارييف يمكن الرجوع للكتاب الأول من الموسوعة العملية في التراكيب الكهربائية.
 - ٥ - التتحقق من عدم وجود أي مواد خاصة بتنقل المولد بداخله.
 - ٦ - التأكد من أن جميع الأغطية والدلائل في مكانها.
- وفيما يلى خطوات تشغيل الوحدة لأول مرة:

- ١ - ابداً بتشغيل آلة الاحتراق الداخلي (ماكينة дизيل) حتى تصل للسرعة المقصودة، في هذه الحالة؛ اغلق مفتاح مجال الإثارة (إن وجد)، وذلك في حالة المولدات ذات التغذية المتفصلة، أما في حالة المولدات ذات التغذية الذاتية، فإن الجهد سوف يتشكل على أطراف المولد تلقائياً، وإذا لم يتشكل الجهد على أطراف المولد، يمكن اللجوء لوميض المجال؛ لإعادة المغناطيسية المتبقية (ارجع للفقرة ١-١-٥).

٢ - تتحقق من قيمة جهد أطراف المولد فقد يحدث ما يلى:

- ١ - زيادة الجهد عن 20% من الجهد المقصود، فإذا حدث هذا افتح مفتاح تغذية

القدرة لمنظم المجهد (في حالة المولدات ذات التغذية المنفصلة)، مع إيقاف ماكينة дизيل فوراً، ثم حدد سبب إزدياد جهد أطراف المولد بالاستعانة بجدول اكتشاف الأعطال. (الجدول ٩ - ١).

ب - عند انخفاض جهد المولد عن ١٥٪ من المجهد المقنن؛ وقف ماكينة дизيل. وحدد سبب تدني المجهد بالاستعانة بجدول اكتشاف الأعطال (الجدول ٩ - ١).

ج - المجهد يتولد على أطراف المولد ثم ينهاه وقف ماكينة дизيل وحدد سبب الانهيار بالاستعانة بجدول اكتشاف الأعطال (الجدول ٩ - ١).

د - جهد متذبذب على أطراف المولد، وقف ماكينة дизيل حدد سبب تذبذب المجهد بالاستعانة بجدول اكتشاف الأعطال (الجدول ٩ - ١).

٣ - حمل الوحدة بالحمل الكامل وتحقق من أن جهد أطراف الوحدة في حدود ١٢٪ من المجهد المقنن فإذا لم يكن كذلك ارجع لجدول اكتشاف الأعطال (الجدول ٩ - ١).

أما إذا تغير جهد أطراف الوحدة مع زيادة الحمل؛ أعد معايرة نقطة معايرة الاستقرار Stability لمنظم المجهد، فإذا لم تتحقق هذه المحاولة ارجع لجدول اكتشاف الأعطال لتحديد مكان العطل.

٤ - تجنب تشغيل الوحدة بسرعة منخفضة لمدة طويلة؛ لأن هذا يمكن أن يتلف منظم المجهد AVR، أو مولد الإثارة، أو مجال المولد الرئيسي؛ فإذا كان التشغيل عند السرعات المنخفضة ضرورياً، فإنه يجب نزع أسلاك تغذية القدرة لمنظم المجهد؛ وذلك إذا لم تكن الوحدة مزودة بموديول حماية من انخفاض التردد. ويمكن أن يكون منظم المجهد مزود بفتح يساعد على إمكانية فصل التيار عن مولد الإثارة في حالة الطوارئ (مثل تشغيل الماكينة بسرعات منخفضة) ويوصل هذا المفتاح مع أطراف دخول القدرة الكهربائية للمنظم كما بالشكل (٣ - ٥).

إن تراكم الغبار والواسخ والخيوط على المولد؛ يعوق مسارات تهوية المولد، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المولد، بالإضافة إلى ذلك، فإن تراكم غبار الكربون، والغبار المعدني، وبرادة المعادن المختلفة، لا تعوق من التهوية فحسب، بل تشكل طبقة رقيقة موصلة فوق عوازل المولد، الأمر الذي يزيد من فرصة انهيار العازل، ولذلك فإن المولدات التي تعمل في أماكن قذرة يجب تفكيكها وتنظيفها بصفة دورية.

٩ / ٤ - التنظيف والفحص

لتنظيف الأجزاء الكهربائية يجب فك المولد، ثم يتم تنظيف الأجزاء الكهربائية بأحد الطرق التالية:

- ١ - تنظيف الآتية المترادفة على زيت، أو شحم بواسطة قطعة قماش مبللة بمذيب صناعي (أحد مشتقات البترول التي لها نقطعة وبيض أكبر من 38°C)، ثم بعد ذلك، يتم تجفيف جميع الملفات جيداً، بواسطة الهواء المضغوط الحال من الرطوبة معأخذ الاحتياطات الالزامية، حتى لا يقع المذيب على الورنيش العازل للمولد، ولا يتلف الورنيش، ويجب استعمال مواد مذيبة بترولية من الانواع المامونة مع توفير تهوية كافية لتجنب الحرائق والانفجار والأضرار الصحية عند استعمال المواد المذيبة، مع تجنب استنشاق أبخرة هذه المذيبات، واستعمال القفازات الجلدية الواقية للأيدي.
- ٢ - يتم التنظيف بالقماش الجاف، للأجزاء الصغيرة، والضيقة التي يصعب الوصول إليها، كما أن نفخ الغبار بالهواء المضغوط، له فعالية خصوصاً عند تجمع الغبار في أماكن يصعب الوصول إليها بالقماش.
- ٣ - إزالة الغبار، والواسخ الحادة باستعمال فرشاة ذات شعر خشن يليها التنظيف بمكنسة كهربائية مع الحذر من استخدام الفرشاة السلكية، وعادة فإن المكنسة الكهربائية تستخدم لإزالة الغبار السائب.
- ٤ - التنظيف ببخار الماء، وهذا التنظيف يستخدم عند فك المولد كلياً، مع استبعاد

عناصر التحكم الالكترونية، ويعتبر هذا النوع من التنظيف جيد، ولكنه يحتاج لتجفيف المولد بعد التنظيف لإزالة الرطوبة من المولد قبل إعادته للخدمة.

وبعد الانتهاء من التنظيف يجب فحص الموصلات الكهربائية في المولد، للتحقق من عدم تشقق المواد العازلة ويجب استبدال الموصلات التي لها مواد عازلة تالفة أو مشتبعة بالرذيلة فإذا ظهر أن طبقة الورنيش الخارجية الموجودة على الملفات تالفة؛ فإنها يجب طلاوها ثانية بورنيش عازل.

٢/٩ - التشحيم

يجب إعادة تشحيم ركائز المولد ستوكاً، أما المولدات التي تعمل في ظروف التشغيل القاسية، كالبيئات القذرة، فإنها تتطلب مزيداً من التشحيم (مرة كل ستة شهور)؛ وعادة يستخدم شحم مضاد للاحتكاك له مدى تشغيل يتراوح ما بين 30°C + 175°C (-)؛ ولإضافة أو تجديد الشحم اتبع ما يلى:

- ١ - وقف المولد.
- ٢ - نظف سدادات الشحم والاجزاء الخبيطة بها.
- ٣ - انزع سدادات فتحات التشحيم وفتحات التصريف.
- ٤ - ادخل وصلة مسدس الشحم في فتحات التشحيم؛ لحقن الشحم اللازم.
- ٥ - ازل الشحم المتصلب في فتحات التصريف، مستخدماً سلكاً إذا لزم الأمر.
- ٦ - شغل المولد، وسدادات فتحات التشحيم، وفتحات التصريف، مرفوعة لمدة خمسة عشر دقيقة، للسماح بالشحم الزائد بالخروج.
- ٧ - وقف المولد، وامسح أي شحم خارج، واعد سدادات فتحات التشحيم والتصريف لأماكنها.

ويجب استعمال شحم نظيف موضع داخل أوعية مغلقة، كما أن مقدار الشحم المضاف مهم جداً، فزيادة الشحم قد يكون ضاراً مثل قلة الشحم؛ لذلك يجب الرجوع لدليل الشركة المصنعة لمعرفة كميات الشحم المطلوبة، وعادة فإن كمية الشحم المطلوبة لكل نقطة تشحيم تتراوح ما بين $(25:50\text{ Cm}^3)$.

عند ترك المولد لفترات كبيرة بدون عمل في أماكن رطبة في العراء؛ فإنه يتلزم تجفيف عزل المولد، خصوصاً إذا كانت نتائج اختبارات العزل غير مرضيه، وهناك عدة طرق لتجفيف المولدات كما يلى:

١ - توضع سخانات كهربائية تعمل من مصدر كهربائي آخر داخل المولد.

٢ - يوضع المولد داخل فرن كهربائي، ويتم تشغيل الفرن عند درجة حرارة 90 درجة مئوية؛ بشرط نزع جميع أجهزة التحكم الالكترونية من المولد عن استخدام هذه الطريقة.

٣ - استخدام وحدة توليد هواء مضغوط ساخن حيث يوجه خرج هذه الوحدة في صندوق وصلات الأسلاك مع تشغيل المولد عند الالاحمل بدون أي مجال وذلك يفك فيوز النظم، ويجب الا تتعدي درجة حرارة الهواء المضغوط المدخل عند 66 درجة مئوية.

٤ - التجفيف بإحداث قصر على أطراف المولد، مع تبع الخطوات التالية:

١ - افضل أطراف تغذية المجال من النظم F_1, F_2 .

ب - وصل بطارية أو مصدر قدرة آخر يعطي جهد 35 VDC إلى أطراف المجال مع استخدام مقاومة متغيرة تحمل تيار 2A بالتالي، مع مصدر التيار المستمر، أو استخدام مصدر تيار مستمر متغير القيمة.

ج - احدث قصر على أطراف المولد L_1, L_2, L_3 مع استخدام كباري تحمل تيار المولد عند الحمل الكامل.

د - ادر المولد، وقس تيار الخرج على أطراف المولد باستخدام جهاز أميتر ذو الكمامشة.

هـ - تحكم في الجهد الواصل لل ملفات المجال بواسطة المقاومة المتغيرة الموصولة مع مصدر التيار المستمر. بشرط أن يكون تيار المولد لا يتعدي 80% من تيار الحمل الكامل.

ويعتمد زمن دوران المولد على هذه الحالة، على كمية الرطوبة الموجودة بالمولد،

ويجب اختبار عزل المولد كل أربع ساعات حتى نصل إلى قيمة عزل ثابتة.

وبعد تجفيف المولد والوصول لمقاومة عزل ثابتة؛ انزع الكباري الموجودة على أطراف المولد، وافصل مصدر التيار المستمر الموصى به في المجال، واعد توصيل أطراف المجال مع F_1 , F_2 للمنظم، والتاكد من إحكام رباط جميع الوصلات قبل إعادة المولد للتشغيل الطبيعي.

٣/٩ - اكتشاف وإصلاح أعطال المولدات ومنظمات الجهد

إن أكثر أعطال المولدات ومنظمات الجهد شيوعاً مدرجة في الجدول (٩ - ١).

الجدول (٩ - ١)

طرق إصلاح العطل	أسباب العطل المتوقعة	العطل
- المولد يحتاج لمزيد من مجال.	- انخفاض المقاومية المتباعدة أو قطبية غير صحيحة بمحاذيم المولد الإثارة.	المولد على أطراف المولد متخفض
- إغلاق المفتاح.	- فتح قفل القدرة عن AVR.	مفتوح.
- ارفع سرعة ماكينة дизيل وصولاً للسرعة المقصورة.	- ماكينة дизيل لا تصل لسرعتها المقصورة.	المحرك.
- تحقق من توصيات AVR.	- أطراف دائرة القدرة للمنظم مقصورة.	أطراف القدرة للمنظم مقصورة.
- تتحقق من توصيات AVR.	- أطراف التغذية المرتدة للمنظم مقصورة.	أطراف التغذية المرتدة للمنظم مقصورة.
- قلل الحمل أو أزيل الخطأ.	- المولد محمل بحمل كبير أو يوجد قصر بخرج المولد.	مشكلة بالمنظم.
- استبدل المنظم.	- مشكلة بالمنظم.	
- تتحقق من توصيات AVR.	- مولد الإثارة موصى بطريقة غير صحيحة.	
و كذلك من عمله	صحيحة.	
اختر مقاومة مولد الإثارة.	مشكلة بمولد الإثارة	

تابع المجدول (٩ - ١)

طرق إصلاح العطل	أسباب العطل المرتقة	العطل
<ul style="list-style-type: none"> - تأكيد من سلامة المقاومة المتغيرة ومن جودة الوصلات الكهربائية واستبدال المقاومة المتغيرة إذا ثبّن تلفها. - تحقق من وصول القدرة الكهربائية للمنظم. - استبداله. 	<ul style="list-style-type: none"> - تلف المقاومة المتغيرة الخاصة بضبط الجهد أو وجود فتح في هذه المقاومة المتغيرة. - عدم وصول قدرة كهربائية لأطراف دائرة القدرة لمنظم الجهد. - المنظم تالف. 	<ul style="list-style-type: none"> - الجهد على أطراف المولد يتزايد ثم يقل.
<ul style="list-style-type: none"> - تتحقق من التوصيلات. - تتحقق من التوصيلات الكهربائية واستبدل المقاومة المتغيرة في حالة تلفها. - استبداله. 	<ul style="list-style-type: none"> - أطراف التغذية المرتدة للمنظم مقصولة. - يوجد قصر على أطراف المقاومة المتغيرة. - مشكلة بالمنظم. 	<ul style="list-style-type: none"> - الجهد عالي ولا يمكن التحكم فيه بواسطة المقاومة المتغيرة.
<ul style="list-style-type: none"> - زد قيمة المقاومة المتغيرة. - تأكيد من صحة وسلامة التوصيلات الكهربائية للتغذية المرتدة. - استبداله. - استبداله. 	<ul style="list-style-type: none"> - توصيل غير صحيح لأطراف التغذية المرتدة لمنظم الجهد. - جهاز الفولتميتر به خلل. - مشكلة بالمنظم. 	<ul style="list-style-type: none"> - الجهد عالي على طراف المولد ولكن تقليله بواسطة المقاومة المتغيرة مع عدم إمكانية الوصول للقيمة المقصورة.
<ul style="list-style-type: none"> - عدل ضبط نقط معابر الجهد الخشنة أو الناعمة. 	<ul style="list-style-type: none"> - نقطة معابر الجهد الخشنة Coarse أو الناعمة Fine مضبوطة عند قيمة منخفضة. 	<ul style="list-style-type: none"> - الجهد منخفض على أطراف المولد ولكن يمكن زيارته بواسطة ماكينة الدبزل.
<ul style="list-style-type: none"> - ارفع سرعة ماكينة الدبزل. - تأكيد من صحة وسلامة التوصيلات المقاومة المتغيرة. 	<ul style="list-style-type: none"> - ماكينة الدبزل تدور بسرعة منخفضة. - توصيل غير صحيح لأطراف 	

تابع الجدول (٩ - ١)

طرق إصلاح العطل	أسباب العطل المتوقعة	العطل
<ul style="list-style-type: none"> - الكهربائية للتغذية المرتدة. - استبدله إذا لزم الأمر. - استبدله. 	<ul style="list-style-type: none"> - التغذية المرتدة لمنظم المجهد. - جهاز الفولتميتر غير دقيق. - مشكلة بالمنظم. 	مع عدم الوصول للجهد المقنن.
<ul style="list-style-type: none"> - يستبدل المنظم بأخر مناسب للمولد. 	<ul style="list-style-type: none"> - التيار اللازم شمال المولد أكبر من القيمة العظمى المتاحة من منظم المجهد. 	تنظيم ضعيف
<ul style="list-style-type: none"> - حاول ان يجعل احمال المولد متزنة وذلك بإعادة تقسيم الاحمال على الارجح الثلاثة. 	<ul style="list-style-type: none"> - احمال المولد غير متزنة مع وجود دائرة إحساس ثلاثة الوجه لمنظم المجهد. 	
<ul style="list-style-type: none"> - صبح جهد تغذية دائرة القدرة للمنظم باستخدام المحول اللازم . 	<ul style="list-style-type: none"> - جهد تغذية دائرة القدرة للمنظم منخفض عن الجهد اللازم له. 	
<ul style="list-style-type: none"> - ارفع سرعة المولد. 	<ul style="list-style-type: none"> - ماكينة дизيل لا تصل للسرعة المقصودة. 	
<ul style="list-style-type: none"> - ضع مفتاح (المفرد - التوازي) على وضع التشغيل المقرر والذي يعمل قصر على اطراف محول تيار دائرة التوازي . 	<ul style="list-style-type: none"> - عدم إحداث قصر على اطراف محول تيار دائرة التوازي عند تشغيل المولد بمفرده. 	
<ul style="list-style-type: none"> - استبدله. 	<ul style="list-style-type: none"> - خلل في المنظم. 	
<ul style="list-style-type: none"> - تحقق من سلامة المولد الرئيسي ومولد الإثارة بالأقوميتر. - تتحقق من سلامة الموحدات الدوارة بالأقوميتر واستبدله. 	<ul style="list-style-type: none"> - خلل في مولد الإثارة أو المولد. - خلل في الموحدات الدوارة. 	

طرق إصلاح العطل	أسباب العطل المتوقعة	العطل
<ul style="list-style-type: none"> - اعد ضبط نقطة معابر الاستقرار. - منظم مرعة ماكينة дизيل يحتاج لضبط أو استبدال. - قارن المواصفات الفنية للمنظم بمتطلبات المولد. 	<ul style="list-style-type: none"> - ضبط غير جيد لنقطة معابر الاستقرار Stability لنظم المولد. - تجاوب بطيء لماكينة дизيل. - منظم المولد غير مناسب. 	<ul style="list-style-type: none"> عودة المولد للقيم المفترة له بطيء عند تغيير الأحمال على المولد.
<ul style="list-style-type: none"> - استبدلتها بأخرى لها نسبة تحويل مناسبة. - افتح المفتاح وضعه على وضع التوازي. - اعد الضبط. 	<ul style="list-style-type: none"> - محولات التيار الموصولة مع الوجه B لا تعطى التيار اللازم لدائرة التعويض لنظم المولد. - عمل قصر بين أطراف دائرة تعويض التوازي بواسطة مفتاح التشغيل المفرد. - ضبط غير مناسب لنقطة معابر Droop. 	<ul style="list-style-type: none"> لا يوجد تقليل للقدرة غير الفعالة أثناء تشغيل التوازي
<ul style="list-style-type: none"> - تحقق من صحة توصيل محولات تيار دائرة التوازي. - عدل وضع محول التيار. - استبدل محولات التيار بأخرى مناسبة. 	<ul style="list-style-type: none"> - قطبية معكوسة لمحولات تيار دائرة التوازي للمنظم. - محولات التيار موصولة على وجه آخر غير الوجه B. - محولات التيار لا تعطى التيار المطلوب لدائرة التوازي والذي يتراوح ما بين 3:5A 	<ul style="list-style-type: none"> المولدات المتوازية غير قادرة على الفعالة غير الفعالة بالتساوي ويوجد تيار غير فعال دوار بين المولدات
- اضبط نقاط Droop عند قيمة متساوية.	- اختلاف معابر نقاط Droop لنظم المولد.	<ul style="list-style-type: none"> يظهر في اختلاف معامل قدرة المولدات المتوازية.

٩ / ٤ - القياسات الالزامية عند اكتشاف أعطال المولدات ومنظومات الجهد

يوجد عدة قياسات لازمة عند اكتشاف أعطال ومنظومات الجهد تتلخص في :

- قياسات الجهد .
- قياسات التيار .
- قياسات المقاومات .
- قياسات العزل .

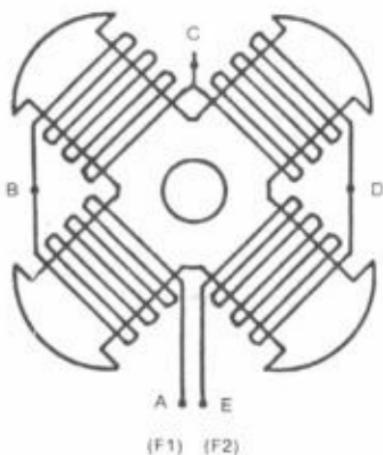
٩ / ٤ / ١ - قياسات الجهد والتيار

أولاً: قياسات الجهد

فيما يلى أهم قياسات الجهد المطلوبة عند اكتشاف أعطال المولدات ومنظومات الجهد :

- ١ - قياس جهد أطراف المولد، وذلك عند مخارج قاطع المولد الرئيسي ومداخله وذلك باستخدام آفوميتر خارجي .
- ٢ - قياس جهد خرج منظم الجهد، وذلك عند الاطراف - F + المتصلة بملف مجال مولد الإثارة .
- ٣ - قياس جهد التغذية المرتدة لمنظم الجهد، وذلك عند الاطراف المرتدة من خرج المولد الرئيسي ، وأحياناً تكون دائرة التغذية المرتدة أحادية الوجه أو ثلاثة الوجه .
- ٤ - قياس جهد أطراف القدرة الداخلية لمنظم الجهد، ففي حالة المولدات ذات التغذية المنفصلة، تكون أطراف القدرة الداخلية لمنظم الجهد هي خرج مولد PMG والذي يكون ترددده (300 : HZ) .
- ٥ - فحص ملفات العضو الدوار الرئيسي ، وذلك بفك العضو الدوار الرئيسي ووضعه على قطعتين خشبيتين، ويجب الا يستخدم في ذلك منضدة معدنية لأنها قد تؤدي إلى إحداث قصر بين الأقطاب، ثم يتم توصيل جهد 120V بين أطراف ملفات العضو الدوار الرئيسي - F + و F -، ثم قياس الجهد بين طرفي كل قطب ،

والشكل (٩ - ١) يعرض عضو دوار باربعة أقطاب، القطب الاول اطرافه C و D ، والقطب الثاني اطرافه E و D ، والقطب الثالث اطرافه A و B ، والقطب الرابع اطرافه B و C .



الشكل (٩ - ١)

ويجب أن تكون قراءات الأقطاب متساوية مع اختلاف لا يتعدي $1V$ ، فإذا لم يكن الجهد المشكل على الأقطاب الاربعة يساوى $(30V \pm 1V)$ فإن هذا يعني أن العضو الدوار يحتاج لإعادة لف .

ثانياً : قياسات التيار

فيما يلى أهم قياسات التيار المطلوبة أثناء اكتشاف أعطال المولدات ومنظمات الجهد :

١ - قياس تيار حمل المولد ويتم ذلك باستخدام جهاز أميتر بكماشة .

ويجب التأكد من أن الكماشة تكون محاطة بكابلات كل وجه لأنه في بعض الأحيان يكون كل وجه للمولد مؤلف من عدة كابلات ، وإذا لم تستطع عمل ذلك

يمكن وضع الكماشة حول كابل واحد، ثم تكرار ذلك على باقي كابلات الوجه، ثم جمع تيارات كابلات الوجه الواحد، للحصول على التيار الكلى للمار فى كل وجه.
والجدير بالذكر أن تيار الحمل الكامل يجب الا يتعدى التيار الاسمي للمولد ولكنه في حالة واحدة يمكن أن يتعدى التيار الاسمي للمولد وذلك أثناء بدء المركبات الاستنتاجية ذات القدرات العالية.

٢ - قياس تيار مجال الإثارة الموصى بالأطراف - $F + F -$ للمنظم ويحتاج ذلك لجهاز أمبير تيار مستمر، وعادة فإن التيار الأقصى لمجال الإثارة لا يتعدى $6.5A$ ، ويكون عند الحمل الكامل $3A$ ، ويمكن الرجوع للمواصفات الفنية للمولد لمعرفة التيار المقصود لمجال الإثارة بالضبط .

٩ / ٤ - الفحوصات التي تحتاج لقياس المقاومات

يوجد العديد من الفحوصات التي تحتاج لإجراء قياس للمقاومات مثل :

١ - فحص ملفات العضو الثابت لمولد الإثارة، وذلك بقياس مقاومة هذه الملفات والتي تتراوح ما بين $(22 : 24 \Omega)$ للمولدات القياسية . ويجب اختبار العزل بين هذه الملفات مع جسم المولد .

٢ - فحص ملفات العضو الدوار للمولد الرئيسي ، والموصولة مع الموحدات الدوارة، وذلك بقياس مقاومة هذه الملفات بعد فصل الموحدات الدوارة عن ملف العضو الدوار مع مقارنة القراءة التي حصلت عليها مع القيم المدونة في دليل الخدمة والصيانة للمولد . ويجب اختبار العزل بين هذه الملفات مع جسم المولد .

٣ - فحص ملفات العضو الدوار لمولد الإثارة، وذلك بقياس مقاومة هذه الملفات بعد فصل الموحدات الدوارة مع المقارنة بين القيم التي حصلت عليها مع القيم المدونة في دليل الخدمة والصيانة للمولد ، ويجب اختبار العزل بين هذه الملفات مع جسم المولد .

Main Main (٩ - ٢) بين قيم مقاومات ملفات العضو الثابت الرئيسي والجدول ، والعضو الدوار الرئيسي $stator$ ، لطرازات مختلفة من المولدات المصنعة Marathon electric .
شركة

(٤ - ٩) الشكل

Base Model Low Voltage	Main stator(1)	Main Rotor
431RSL4005	.0855	.153
431RSL4007	.0648	.173
432RSL4009	.0418	.190
432RSL4011	.0410	.186
432RSL4013	.0370	.189
432RSL4015	.0260	.225
432RSL4017	.0240	.226
433RSL4019	.0140	.286
433RSL4021	.0137	.297
572RSL4024	.0132	.376
572RSL4027	.0126	.398
572RSL4028	.0092	.423
572RSL4030	.0089	.426
573RSL4032	.0074	.472
573RSL4034	.0059	.507
574RSL4036	.0049	.584
574RSL4038	.0048	.601
741RSL4042	.0045	.677
741RSL4044	.0039	.708
742RSL4046	.0036	.748
742RSL4048	.0030	.776
743RSL4050	.0023	.889
743RSL4052	.0018	.979
744RSL4054	.0015	1.100
744RSL4060	.0026	.892
744RSL4062	.0018	1.044

والجدول (٣ - ٩) يبين قيم مقاومات العضو الثابت للمثير (Field)، و مقاومات ملفات العضو الدوار للمثير (Exciter rotor)، و مقاومات العضو (Exciter stator) .

(٣ - ٩) الشكل

LOWVoltage	ExciterStator (Field)	Exciter (Armature)	PMG Stator
430 Frames	22.5	0.022	2.1
570 Frames	23.0	0.045	2.1
741 Frames	22.0	0.043	2.1
742 Frames	22.0	0.043	2.1
743 Frames	22.0	0.043	2.1
744 Frames	22.1	0.048	2.1

الثابت للمولد ذات المغناطيسية الدائمة PMG لطرزات مختلفة لمولدات الجهد
المتحفظ Lowvoltage المصنعة بشركة Marathon Electric

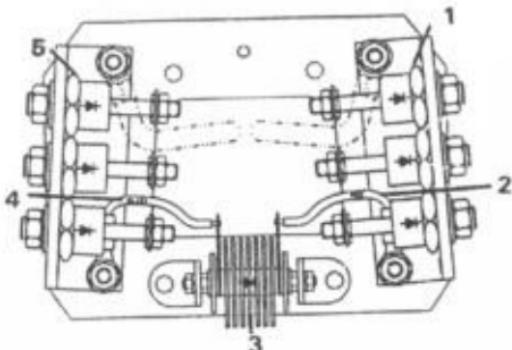
٤ - فحص الموحدات باستخدام الآفوميتر، وذلك بفك سلك التوصيل المثبت ببراغي من أحد الموحدات، ثم قياس المقاومة بين سلك التوصيل المفصول وقاعدة الموحد، وسجل القراءة، ثم أعكس أطراف الآفوميتر وسجل القراءة وكسر القياس ليباقي الموحدات فإذا كانت إحدى القراءتين صغيرة والآخرى كبيرة فإن هذا يعني أن الموحد جيد، أما غير ذلك فيعني أن الموحد تالف ويحتاج لاستبدال.
والجدير بالذكر أن اختبار الموحدات بالآفوميتر يحتاج لأنواع آفوميتر له بطارية جهدها أكبر من 0.67 ، علماً بأن جهد أطراف الآفوميتر يتغير بتغيير مدي القياس. كما أن قطبية البطارية الداخلية للأفوميتر لا تتطابق قطبية أطراف التوصيل للأفوميتر؛ ويجبأخذ هذه الملاحظات في الحسبان.

٥ - فحص محمد قفرزات الجهد وذلك بفصل أحد سلكي التوصيل الخاصة بهذا الجهد وباستخدام آفوميتر قس مقاومة هذا الجهد، ثم سجل قراءة الآفوميتر وكسر القياس ولكن بعد عكس أطراف الآفوميتر، فإذا كانت قراءة الآفوميتر كبيرة في الاتجاهين فإن هذا يعني أن الجهد سليم والعكس بالعكس.

والشكل (٩ - ٢) يعرض لوحة تجميع الموحدات ومحمد قفرزات الجهد لمولد من صناعة شركة Marathon CO.

حيث إن :

- | | |
|---|----------------------|
| 1 | موحد له قطبية قياسية |
| 2 | أطراف توصيل حمراء |
| 3 | محمد القفرزات |
| 4 | أطراف توصيل سوداء |
| 5 | موحد له قطبية معكوبة |

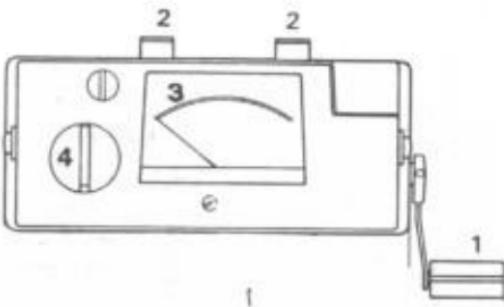


الشكل (٢ - ٩)

٣ / ٤ - قياسات العزل

عادة فإن مقاومات العزل لل ملفات المولد تنخفض بمدورة الوقت نتيجة لترانيم الاترية والقاذورات والزيوت والشحوم والرطوبة... إلخ وانخفاض عزل الملفات يؤدي إلى تلفها، وإنها مارها. وفي كثير من الأحيان فإن انخفاض عزل الملفات ينتهي نتيجة لتجمع الرطوبة عند إيقاف المولد لمدة طويلة، ويمكن بسهولة التخلص من رطوبة الملفات بتجفيفها (أرجع للفقرة ٣-٢-٩). وعادة يستخدم جهاز الميجر في فحص العزل وجهد الميجر المستخدم في قياس مقاومات العزل، يكون عادة 500V عدا أن جهد الميجر المستخدم في فحص عزل مولدات الجهد المتوسط (2400:4160V) قد يتعدى هذه القيمة. ويجب فصل جميع الأجهزة الإلكترونية مثل منظمات الجهد، AVR، والوحدات ومخدمات قفرات الجهد وربليهات الوقاية... إلخ أثناء اختبارات العزل حتى لا تتلف.

والشكل (٣ - ٩) يعرض المسقط الأفقي لميجر (الشكل ١) وتدرج القیاس للماجي (الشكل ب).



ب

الشكل (٣ - ٩)

حيث إن :

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1 | ذراع تشغيل الميجر |
| 2 | اطراف توصيل الميجر |
| 3 | تدرج القياس |
| 4 | مفتاح اختبار تدرج القياس II و I |

أولاً: اختبار مقاومة عزل العضو الثابت الرئيسي:

ولاختبار عزل العضو الثابت الرئيسي للمولد يتم عمل قصر بين جميع اطراف ملفات المولد وتوصيلها مع نقطة النجمـا المعزولة عن الأرضـى، ثم يتم توصيل الطرف الموجب للميجر بـنقطة النجمـا، والطرف السالـب بـجسم المولد ثم تدار يـد الميجر، وتسجل مقاومة عزل ملفات العضـو الثابت، ويجب أن تكون مقاومة العزل R_i لا تقل عن

$$R_i = \frac{V}{1000} + 1 \text{ (M}\Omega\text{)} \longrightarrow 9.1$$

حيث إن :

$$V \quad \text{جهد الخط للمولد} \quad R_i \quad \text{مقاومة العزل}$$

فمثلاً: إذا كان جهد الخط يساوي 380V ، فإن مقاومة العزل الصغرى تساوى:

$$R_i = \frac{380}{1000} + 1 = 1.38 \text{ M}\Omega$$

فيما كانت مقاومة العزل أقل من 1.38MΩ فإن هذا يعني أن الملفات تحتاج لتجفيف.

ثانياً: اختبار مقاومة عزل العضو الدوار الرئيسي

لاختبار مقاومة عزل العضو الدوار الرئيسي، يجب فصل أطراف ملف العضو الدوار الرئيسي من الموحدات الدوارة، ثم يعملي قصر بين طرفين ملف العضو الدوار، ثم وصل الطرف الموجب للميجر بالنقطة المشتركة للعضو الدوار والقطب السالب يتم توصيله مع جسم المولد وتدار يد الميجر، فإذا كانت مقاومة العزل أكبر من 1.5MΩ فإن هذا يعني سلامه العضو الدوار، أما إذا كانت مقاومة العزل أقل من 1.5MΩ ، فإن هذا يعني أن ملفات العضو الدوار تحتاج لتجفيف أو إصلاح.

ثالثاً: اختبار مقاومة عزل العضو الثابت لمولد الإثارة

يتم فصل أطراف ملف العضو الثابت لمولد الإثارة من منظم الجهد - F + F ، ثم يقصر طرف ملف العضو الثابت لمولد الإثارة معاً وتوصل مع الطرف الموجب للميجر ويوصل الطرف السالب للميجر مع جسم المولد فإذا كانت قراءة العزل أقل من 1.5MΩ ، فإن هذا يعني أن الملفات تحتاج لتجفيف أو إصلاح.

رابعاً: اختبار مقاومة عزل العضو الدوار لمولد الإثارة

أفصل الأطراف الستة للعضو الدوار لمولد الإثارة من الموحدات الدوارة، ثم أقصر

الاطراف الستة معاً، ووصلهم مع الطرف الموجب للميجر، ووصل الطرف السالب للميجر مع جسم المولد، فإذا كانت مقاومة العزل أقل من 1.5Ω ، فإن هذا يعني أن الملفات تحتاج لتجفيف أو إصلاح.

٩ - اكتشاف أعطال حاكمات السرعة وإصلاحها

المدول (٩ - ٤) يبين الأعطال المختلفة لحاكمات السرعة وأسبابها وطرق إصلاحها.

المدول (٩ - ٤)

الاعطال	أسباب العطل المتوقعة	طرق إصلاح العطل
حاكم السرعة	- انخفاض جهد البطارية الواصل بدائرة قدرة منظم السرعة او انعكاس أطراف البطارية.	- اختبر جهد البطارية الكهربائية وناكد من صحة الوصلات الكهربائية.
غير قادر على العمل تماماً	- تلف المقاومة للتغيرة المستخدمة في اختيار السرعة المقنة.	- تأكد من عدم وجود قصر او فتح بالمقاومة للتغيرة.
ويظل ذراع عنصر الفعل على أدنى وضع	- ضعف جهد الإشارة القادمة من مجس السرعة او انعدامها.	- اختبر هذه الإشارة باستخدام آقميرتر له مقاومة داخلية أكبر من $500\Omega/7$ واستبدل مجس السرعة إذا كان ملئه به قصر او مفتوح.
وصول القدرة الكهربية للحاكم	- تلف عنصر الفعل الكهرومغناطيسي.	- اختبر مقاومة ملف عنصر الفعل الكهربومغناطيسي واستبدل إذا كان به قصر او مفتوح.
	- تلف منظم السرعة.	- استبدل منظم السرعة.
	- مشكلة بالوصلة الميكانيكية بين عنصر الفعل ومضخة الحقن.	- شغل مضخة الحقن بدوياً لتأكد من عدم التصاق الوصلة الميكانيكية.

طرق إصلاح العطل	أسباب العطل المتوقعة	العطل
<ul style="list-style-type: none"> - تأكيد من أن توصيل محس السرعة يطابق مخطط التوصيل المعد من قبل الشركة المصغرة. - تحفن من توصيل عنصر الفعل. - استبداله. 	<ul style="list-style-type: none"> - مشكلة في توصيل محس السرعة. - مشكلة في توصيل عنصر الفعل. 	<p>عنصر الفعل يصل إلى أقصى مشار له مجرد وصول التيار الكهربائي له وذلك تلف منظم السرعة.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - اختبر مقاومة ملف عنصر الفعل واستبدلها إذا كان به قصر أو فتح. 	<ul style="list-style-type: none"> - مشكلة في عنصر الفعل في حالة عدم الكهرومغناطيسي. 	<p>في حالة عدم تشغيل الماكينة.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - فحص المقاومة المتغيرة بالأقوميتر وتأكيد من عدم وجود فتح أو قصر بها واستبدلها عند الضرورة. - تحفن من توصيل المقاومة. - استخدم كابل غير مدرع Shield في توصيل المقاومة المتغيرة. 	<ul style="list-style-type: none"> - فتح أو قصر بالمقاومة المتغيرة. - تغيير السرعة بواسطة المقاومة المتغيرة الموصولة بمنظم السرعة. 	<p>عدم إمكانية تغيير السرعة بواسطة المقاومة المتغيرة.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - راجع فرق الجهد بين أطراف تغذية المنظم وتأكيد من وجوده. - راجع قيمة جهد البطارية عن 20% من الجهد المقتن. - تأكيد من احكام الوصلات. 	<ul style="list-style-type: none"> - انقطاع مصدر القدرة. - انخفاض جهد البطارية عن 20% من الجهد المقتن. - يوجد تداخلات راديو لعدم التوصيل الجيد للકابلات. 	<p>خلل في أداء حاكم السرعة.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - تأكيد من أن خزان الوقود غير فارغ. - استنزف الهواء الموجود في دورة الوقود. 	<ul style="list-style-type: none"> - عدم وجود وقود. - وجود هواء في دورة الوقود. 	<p>الماكينة لا تبدأ ويقوم عنصر الفعل بالوصول إلى أقصى مشار</p>

طرق إصلاح العطل	أسباب العطل المتوقعة	العطل
- راجع التوصيل.	- توصيل غير صحيح لدائرة الفصل الآوتوماتيكي.	له عند البدء.
- شغل مضخة الحقن بدويًا للتأكد من عدم التصاق الوصلة الميكانيكية . - اختبره واستبدله عند اللزوم . - استبدله .	- وجود مشكلة بالوصلة الميكانيكية بين عنصر الفعل ومضخة الحقن . - مشكلة بعنصر الفعل . - مشكلة بمنظم السرعة .	انخفاض سرعة الماكينة .

٩/٦ - اكتشاف وإصلاح أعطال جهاز التزامن الآوتوماتيكي

المجدول (٩ - ٥) يبين أعطال التزامن بين المولدات وأسبابها وطرق إصلاحها .

المجدول (٩ - ٥)

طرق إصلاح العطل	أسباب العطل المتوقعة	العطل
- تحقق من التوصيل . - عدل تردد المولد الداخلي بواسطة المقاومة المتغيرة لنظم السرعة .	- عدم توصيل إشارة جهد المولد أو قطبي التزامن مع جهاز التزامن . - اختلاف تردد المولد الداخلي عن تردد قطبي التزامن بقيمة تتعدى $\pm 3\text{HZ}$.	جهاز التزامن غير قادر على تصحيح التردد .
- تحقق من التوصيل . - تحقق من تاريخ طبقة التدريج . - ارجع للمجدول ٤-٩ .	- توصيل غير صحيح بين جهاز التزامن ومنظم السرعة . - عدم تأمين طبقة تدريج كابلات التوصيل بين جهاز التزامن ومنظم السرعة . - يوجد مشكلة بمنظم السرعة .	عدم استقرار التردد .

طريق إصلاح العطل	أسباب العطل المتوقع	العطل
- تحقق من توصيل ريش التزامن.	- توصيل غير صحيح لريش التزامن للجهاز التزامن.	جهاز التزامن يعطي إشارة تزامن ولكن القاطع الرئيسي أو الكورتناكتور الرئيسي للمولد لا يغلق.
- صبح جهد المولد باستخدام المقاومة للتغيرة لنظم جهد المولد.	- عدم تساوى جهد المولد وجهد قضيب التزامن.	جهاز التزامن لا يعطي إشارة تزامن.
- تحقق من صحة التوصيل.	- انعكاس وصلات جهد المولد او وصلات قضيب التزامن مع جهاز التزامن.	يحدث تزامن عند اختلاف وجهي 180° مما يؤدي لفصل القاطع.
- صبح التوصيل.	- توصيل غير صحيح بين جهاز التزامن ومنظم السرعة.	تردد المولد الداخلي عالي او منخفض.
- صبح التوصيل.	- إنعكاس وصلات قضيب التزامن ووصلات المولد مع جهاز التزامن.	
- تتحقق من ضبط نقطة معابر Breaker closing angle	- خلل في ضبط نقطة معابر اختلاف الوجه الموجودة بجهاز التزامن.	يحدث غلق القاطع عند اختلاف وجهي اكبر بكثير من 0°.

ولفحص جهاز التزامن يجب فك جهاز التزامن والتتأكد من عدم وجود عناصر محترقة وعدم وجود كسر لبعض العناصر أو بعض المسارات في الدائرة المطبوعة وعدم وجود نقاط خام مفكوكة. وللختبار السريع لجهاز التزامن يتم توصيل أطراف

وأطراف GEN BUS لجهاز التزامن مع مصدر جهد واحد والتاكد من غلق ريشة التزامن (التي تعمل على تشغيل قاطع المولد الداخلي).

٧ / ٩ - اكتشاف وإصلاح أعطال مقسمات الأحمال

المجدول (٦ - ٩) يبين أعطال مقسمات الأحمال وأسبابها وطرق إصلاحها.

المجدول (٦ - ٩)

طرق إصلاح العطل	أسباب العطل المترقبة	العطل
<ul style="list-style-type: none"> - تحقق من التوصيل. - استبدل المقاومة المتغيرة لنظم السرعة. 	<ul style="list-style-type: none"> - وجود فتح في التوصيلات بين مقسام الأحمال ومنظم السرعة. - تلف المقاومة المتغيرة لنظم السرعة. 	تدور الماكينة بسرعة منخفضة أو عالية ولا يمكن تغيير السرعة باستخدام المقاومة المتغيرة لنظم السرعة.
<ul style="list-style-type: none"> - يتم ضبط مقسم أحمال كل مولد على حده وذلك بتحميم المولد بمفرده وضبط كسب الجهد. 	<ul style="list-style-type: none"> - ضبط غير جيد لكسب الجهد Gain لقسم الأحمال كل مولد. 	لا يتم تقسيم الأحمال بالتساوي بين المولدات.
<ul style="list-style-type: none"> - اضبط Droop لجميع مقسمات الأحمال عند نفس القيمة. - تتحقق من الوصلات. 	<ul style="list-style-type: none"> - عدم ضبط Droop لمقسمات الأحمال أو ضبط غير متساو لـ Droop. - عدم توصيل خطوط الشوارى بين مقسمات الأحمال أو تبدلها. 	-
<ul style="list-style-type: none"> - انعكاس أحد إشارات الجهد الخارجية من محولات الجهد أو انعكاس إشارات التيار الخارجية من محولات التيار. 		-
<ul style="list-style-type: none"> - أعد ضبط استقرار مقسم الأحمال. 	<ul style="list-style-type: none"> - ضبط غير دقيق لنقطة معابر الاستقرار Stability لقسم الأحمال. 	-

وعادة تزود مقسمات الأحمال بنقط اختبار يمكن من خلالها معرفة انعكاس إشارات الجهد أو التيار وذلك من خلال قياس جهد هذه النقاط.

٩ - الصيانة الوقائية لماكينات дизيل

ستتناول في هذه الفقرة بندو الصيانة الوقائية التي يتم إجراؤها على العناصر المختلفة في ماكينات дизيل :

١ - الزيت : يجب فحص مستوى الزيت والماكينة متوقفة والتتأكد من أن مستوى الزيت يقع بين المستوى الأدنى Low والمستوى الأعلى Max ويستبدل زيت الماكينة بعد الفترة الزمنية المحددة أو عدد ساعات التشغيل المحددة من قبل الشركة المصنعة .

٢ - خزان الوقود : يجب اخافطة على خزان الوقود في حالة امتلاء مع فتح الخرج الموجود أسفل خزان الوقود كل 500 ساعة تشغيل؛ لتتصريف الماء أو الرواسب .

٣ - خطوط الوقود : افحص بالنظر خطوط الوقود للتأكد من عدم وجود تسربات، والتتأكد من عدم وجود وقود متجمع تحت خزان الوقود، أو تحت ماكينة дизيل .

٤ - نظام التبريد : افحص مستوى ماء التبريد يومياً وحافظ عليه قريباً من أعلى المشع (الرادياتير)، وتحقق من عدم وجود تسربات في نظام التبريد، كما يجب تفريغ دورة التبريد من الماء كل 1000 ساعة تشغيل، وتنظف دورة التبريد بماء طازج، ثم يعاد مليء دورة التبريد بماء عذب مع إضافة ماء الصدأ . علماً بأن ماء الصدأ يزيد الفترة اللازمة لاستبدال ماء التبريد؛ لتصبح مرة في فصل الربيع، ومرة في الخريف فقط .

ويجب فحص جميع خراطيم نظام التبريد، مرة على الأقل كل 700 ساعة تشغيل؛ لمعرفة ما إذا كان هناك دلائل تلف للخراطيم، واستبدال التالف منها .

٥ - الشاحن التوربيني : يجب فحص محاور ارتكاز ومواسير سحب ومواسير عادم الشاحن التوربيني؛ للتأكد من عدم وجود تسربات، ثم يجب فحص خطوط دخول وخروج الزيت والتتأكد من عدم وجود تسربات زيت، كما يجب مراقبة الشاحن التوربيني أثناء دوران ماكينة дизيل للتأكد من عدم وجود اهتزازات عنيفة في الشاحن التوربيني أما في حالة وجود اهتزازات عنيفة في الشاحن، فيجب فك الشاحن التوربيني وإصلاحه .

٦ - البطارية: يجب فحص الكثافة النوعية لخلول البطارية في كل خلية من خلايا البطارية كل شهر باستخدام جهاز الهيدرومتر ليكون مساوياً 1.25 ويجب اخفافلة على مستوى الخلول أعلى الألواح بحوالي 1cm وذلك بتزويد الخلايا المختلفة للبطارية بالماء المقطر.

٧ - سيور نقل الحركة: يجب التأكد من أن سيور نقل الحركة من عمود المرفق إلى مضخة الماء ومولد الشحن ليست مرتخية، وكذلك ليست مشدودة. فزيادة شد السيور يضر بكراسي المهور، وارتفاعه السيور يجعلها تنزلق. ويجب تعديل درجة شد السيور بحيث إذا دفع السيير بالإيمان من نقطة في منتصف المسافة بين البطارتين، فإن السيير ينخفض بمقدار (6:18mm).

٨ - الفلاتر المختلفة: يجب تغيير فلتر الزيت كل 500 ساعة.

والجدير بالذكر أن ضغط الزيت ينخفض عند اتساع فلتر الزيت، ويكون ضغط الزيت الطبيعي مساوياً (70:75PSI)، وذلك في الماكينات غير المزودة بشاحن توربيني، في حين يساوي (50:70PSI) في الماكينات المزودة بشاحن توربيني. وعند انخفاض ضغط الزيت عن هذه القيم يجب تغيير مرشح الزيت.

أما مرشح الوقود فيجب تغييره كل 300 ساعة تشغيل، في حين أن مرشح الماء في حالة وجوده يجب تغييره كل 500 ساعة تشغيل.

٩ - مولد شحن البطارية: يجب تنظيف حلقات انزلاق المولد بقطعة قماش ناعمة ولا يستخدم في ذلك ورق الصنفراة. ويجب تغيير الفرش الكربونية في حالة قصرها، وكذلك يجب تغيير حلقات الانزلاق عندما تصبح خشنة أو غير كاملة الاستدارة.

٩ / ٩ - أعطال ماكينات дизيل الرياعية الأشواط وأسبابها وطرق إصلاحها

المدول (٩ - ٧) يبين أعطال ماكينات дизيل الرياعية الأشواط وأسبابها وطرق إصلاحها.

الجدول (٩ - ٧)

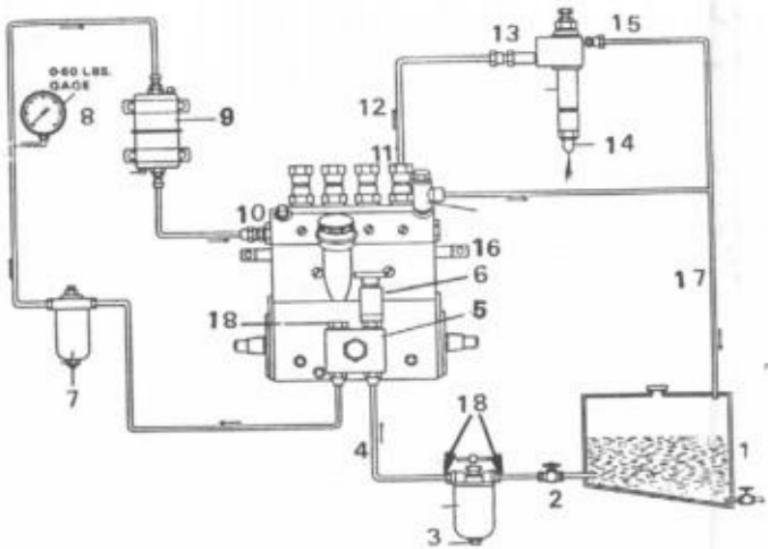
طريقة إصلاح العطل	الأسباب المحتملة للعطل	العطل
<ul style="list-style-type: none"> - يعاد مليء خزان الوقود والخلخل من الهواء الموجود في دورة الحقن. 	<ul style="list-style-type: none"> - خزان الوقود فارغ. 	عدم دوران ماكينة дизيل عند بدء التشغيل
<ul style="list-style-type: none"> - التخلخل من الهواء الموجود في مجموعة الحقن. - نظف الماسورة المسدودة واستبدل مرشح الوقود بأخر جديد. 	<ul style="list-style-type: none"> - مضخة الوقود لانعدى بالوقود الموجود هواء بمضخة الحقن. 	<ul style="list-style-type: none"> - وجود انسداد في ماسورة الوقود أو مرشح الوقود.
<ul style="list-style-type: none"> - استبدل الرشاشات او يتم إصلاحها. - إصلاح مضخة الحقن. - استبدل الشمعات التالفة. - استبدل ترس البنيون. 	<ul style="list-style-type: none"> - ضغط الوقود الخارج من الرشاشات منخفض. - مشكلة بمضخة الحقن. - شمعات التسخين لاتعمل. - تلف ترس البنيون المثبت على محرك بهذه الحركة الكهربئي. 	<ul style="list-style-type: none"> - بطارية فارقة أو في حالة سيئة.
<ul style="list-style-type: none"> - إعادة التحنن او استبدالها إذا لزم الامر. - يحتاج لإصلاح او استبدال. - استبدال كراسمي الضور التالفة. - إعادة لنفه او استبداله. 	<ul style="list-style-type: none"> - تلف ريلاي محرك بهذه الحركة. - تأكل كراسي محور محرك اليد. - تلف محرك اليد. 	
<ul style="list-style-type: none"> - إعادة ضبط مضخة الحقن. - التخلخل من الهواء الموجود في دورة الوقود. - ينظف مرشح الهواء وينبهر عنصر الترشيح إذا لزم الامر. - تنظيف منافذ الرشاشات. 	<ul style="list-style-type: none"> - ضبط خاطئ لكمية الوقود المجنون من الحقن. - وجود هواء في دورة الوقود. - انسداد مرشح الهواء. - انسداد منافذ الرشاشات. 	انخفاض اداء ماكينة дизيل
<ul style="list-style-type: none"> - نظف مرشح الهواء. - تنظيف خط العادم وتسليكه. - إعادة ضبط ضغط الرشاشات. 	<ul style="list-style-type: none"> - هواء غير كاف. - يوجد ضغط خلفي في خط العادم. - ضغط الرشاشات منخفض أو تبقى إبرة الرشاش عالية. 	وجود دخان أسود كثيف في العادم.

طريقة إصلاح العطل	الأسباب المترقبة للعطل	العطل
<ul style="list-style-type: none"> - إعادة ضبط مضخة الحقن. - نظف الرشاشات. 	<ul style="list-style-type: none"> - توقيت غير جيد لمضخة الحقن. - فتحات الرشاشات مسدودة بوقود منفخ. 	عدم انتظام دوران الماكينة.
<ul style="list-style-type: none"> - يستبدل مرشح الوقود. - نظف المضخة او استبدالها. - تخلص من الهواء الموجود في دورة الوقود. - يعاد ربط الوصلات المختلفة وتغيير المواسير التالفة. - إصلاح المضخة. 	<ul style="list-style-type: none"> - اتسداد مرشح الوقود. - لاتعمل مضخة التغذية بشكل صحيح. - وجود هواء في دورة الوقود. - مواسير الضغط العالي بها تسريب أو مكسورة. - مشكلة بمضخة الحقن. 	

١ / ٩ - استنزاف الهواء الموجود في دورة الوقود

في حالة دخول بعض الهواء إلى مضخة الحقن المتتالية، فإنه يتم انضغاطه عند تحرك مكابس المضخة إلى أعلى، وبذلك يتوقف حقن الوقود، لذلك يجب التخلص من الهواء الموجود في مجموعة الحقن، وذلك في الحالات التالية:

- ١ - عند تشغيل مضخة الحقن لأول مرة.
 - ٢ - عند فتك مضخة الحقن لإجراء صيانة بها أو في أي خط من خطوط تغذية المضخة أو أي خط من خطوط الضغط العالي المتصلة بالرشاشات.
 - ٣ - عند خلو خزان الوقود تماماً من الوقود.
 - ٤ - عند وجود رباط غير جيد في أحد لواكيير دورة الوقود.
- والشكل (٩ - ٤) يعرض أجزاء دورة الوقود لمحرك ديزل بأربع اسطوانات.



الشكل (٤ - ٩)

حيث إن :

10	لاكورة دخول الوقود لمضخة الحقن	1	خزان الوقود
11	لاكورة خروج الوقود للشاشة	2	محبس يدوى
12	خط الضغط العالى	3	مرشح ابتدائى للوقود
13	لاكورة دخل الشاش	4	خط السحب بمضخة الحقن
14	نفت الشاش	5	مضخة إمداد الوقود
15	لاكورة خرج الشاش	6	مضخة التحضير اليدوية
16	صمام الفائض من الوقود	7	مرشح ثانوى للوقود
17	خط عودة الوقود الفائض للخزان	8	عداد قياس ضغط الوقود
18	لواكير وقود	9	مرشح المرحلة الأخيرة للوقود

وفيما يلى الخطوات المتتبعة للتخلص من الهواء الموجود فى دورة الحقن :

- ١ - يفك رباط لاکور خرج المرشح الثانوى ٧ ، ويتم تشغيل مضخة التحضير اليدوية (٦) حتى يصبح الوقود الخارج من فتحة الاستنزاف خالٍ من الفقاعات الهوائية .
ثم بعد ذلك يعاد ربط لاکور خرج المرشح الثانوى ٧ بإحكام .
- ٢ - يفك رباط لاکور دخول الوقود لمضخة الحقن ١٠ ، ويكسر ماتم فى الخطوة ١ .
- ٣ - يفك رباط لاکور خروج الوقود للشاشة الاخير ١١ ، مع إدارة الماكينة بواسطة محرك البدء للتخلص من الهواء المتبقى فى دورة الوقود ، حتى يصبح الوقود الخارج من اللاکور ١١ حالياً من الفقاعات ، ثم يعاد ربط اللاکور ١١ .

الباب العاشر

الحسابات اللاحزة لاختيار المولد

الحسابات اللازمة لاختيار المولد

مقدمة - ١ / ١٠

تحسب قدرة المولد اللازم تبعاً لمجموع الاحمال الكهربائية الحالية بالإضافة إلى النمو المستقبلي في الاحمال والذى يأخذ عادة ما بين (15:20%). وفيما يلى العلاقة بين القدرة الفعالة والقدرة الظاهرية للمولد.

$$PG = 0.8SG \rightarrow 10.1$$

جیٹ ان:

SG	القدرة الظاهرية للمولد بوحدة KVA
PG	القدرة الفعالة للمولد بوحدة KW

. وهنالك اختياران لتردد المولد وهما 50HZ او 60HZ

اما جهد المولد فيمكن ان يكون منخفضاً ويترواح ما بين 660V: 110V يمكن الحصول على الجهد المطلوب، عن طريق اختيار طريقة توصيل ملفات المولد الرئيسي (ارجع للقرة ٥-١) . وهناك جهد متوسط ويترواح ما بين (2400: 6600V). وتتواجد المولدات بستة اقسام للعزل تبعاً لدرجة الحرارة القصوى التي يتحملها المولد وعادة فإن عمر العزل المتوقع عند التشغيل المستمر للمولد يساوي 100 000 ساعة تشغيل.

والجدول (١٠ - ١) يعطي درجات الحرارة القصوى لأنواع مختلفة من العزل .

الجدول (١٠ - ١)

H	F	B	E	A	قسم العزل
125	105	80	75	60	درجة الحرارة القصوى (C°)

١٠ - العوامل المؤثرة على مقنن المولد

١ - درجة الحرارة المحيطة:

إن درجة الحرارة المقبولة عملياً هي 40°C ، وعند زيادة درجة الحرارة عن هذه القيمة، فإن حمل المولد يجب تقليله بتناسب تختلف تبعاً لمقدار الزيادة في درجة الحرارة المحيطة، والجدول (١٠ - ٢) يعطي قيم معامل تخفيض الأحمال عند درجات حرارة مختلفة.

الجدول (١٠ - ٢)

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

٢ - الارتفاع عن سطح البحر:

كلما ازداد ارتفاع مكان المولد عن سطح البحر، فإن كثافة الهواء الجوى ستتصبح غير كافية لتبريد المولد، لذلك فإن أحمال المولد يجب تقليلها كلما ارتفعت عن سطح البحر. والجدول (١٠ - ٣) يعطي معامل تخفيض أحمال المولد تبعاً لارتفاع مستوى المولد عن سطح البحر.

الجدول (١٠ - ٣)

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

٣ - معامل القدرة:

إن المولدات التزامنية مصممة للعمل عند معامل قدرة 0.8، وقد يتغير معامل

القدرة نتيجة لطبيعة الاحمال. فاحمال الإضاءة والتسخين ودوائر التوحيد يكون لها معامل قدرة قريب من 1، أما احمال الحركات فإن لها معامل قدرة، تختلف باختلاف قدرة الحرك وحجمه، عادة فإن المولدات يمكن أن تعمل عند قدراتها المقصنة، إذا كان معامل قدرة الحمل يتراوح ما بين (0.8: 1) متأخر، أما إذا إختلف معامل القدرة عن هذه القيمة، فإنه يجب استخدام معامل تخفيض معامل القدرة للتلطيل من قدرة احمل المولد.

والجدول (٤ - ١٠) يعطى معامل تخفيض معامل القدرة لقيم مختلفة من معاملات القدرة.

الجدول (٤ - ١٠)

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

١٠ / ٣ - اختيار مقنن المولد تبعاً للأحمال

يوجد عواملان يؤثران على اختيار مقنن المولد تبعاً للأحمال وهما:

١ - الأحمال المستقرة.

٢ - الأحمال التي لها خواص عابرة.

١٠ / ٣ - الأحمال المستقرة

أولاً : الأحمال الثلاثية الوجه المتزنة

عادة يتم جمع قدرات الأحمال الثلاثية الواجهة المستقرة معاً، للحصول على القدرة الكلية لهذه الأحمال؛ وفيما يلى بعض المعادلات التي تستخدم في هذا الغرض.

$$GP = \sum_{i=1}^n P_i \quad (KW) \rightarrow 10.2$$

$$P = \frac{\sqrt{3} VI}{1000} \quad \text{Cos } \phi \quad (\text{KW}) \rightarrow 10.3$$

حيث إن :

I	تيار الخط	GP	قدرة المولد
Cos φ	معامل القدرة	Pi	قدرة الحمل (i)
V	جهد الخط		

ثانية: الأحمال الثلاثية الوجه غير المتزنة

عادة فإن الأحمال الأحادية الوجه عند توزيعها على الأوجه الثلاثة للمولد قد ينشأ عنها حمل ثلاثي الوجه غير متزن، يمعن أن بعض الأوجه تكون محملة عن الأوجه الأخرى؛ لذلك يجب تحري الدقة في توزيع الأحمال الأحادية الوجه على الأوجه الثلاثة للمولد.

٢ / ٣ / ١٠ - الأحمال التي لها خواص عابرة

إن أهم الأحمال التي لها خواص عابرة هي الحركات الكهربائية الحشبية؛ حيث يرتفع تيار بهذه الحركات لقيم تصل إلى مئات مرات من التيار المفزن لها. ونتيجة لذلك ينخفض جهد أطراف المولد التزامني بمعدل يصل إلى 40% من الجهد المفزن، الأمر الذي يؤثر على باقي الأحمال، مثل: أحmal الإضافة فقد تنخفض شدة الإضافة أو تنطفىء، وكذلك قد تتوقف باقي الحركات لأن جهد أطرافها أصبح غير كافٍ، وكذلك يمكن أن تفصل الكوontaكتورات الموجودة في دوائر التحكم للعمليات الصناعية؛ لأن جهد ملفاتها انخفض بمعدل يفقد الكوontaكتور قوة الإبقاء الذاتي. وكذلك فإن رسوميات انخفاض الجهد قد تعمل، وعادة فإن الانخفاض في الجهد المسموح به لحظة بدء الحركات الحشبية على أطراف المولدات يجب لا يزيد عن 30%.

والجدير بالذكر أن منظمات AVR's الحديثة تساعده على عدم تجاوز زمن الانخفاض في الجهد للمولد عن (0.1S)؛ حيث تعمل على رفع تيار مجال المولد في

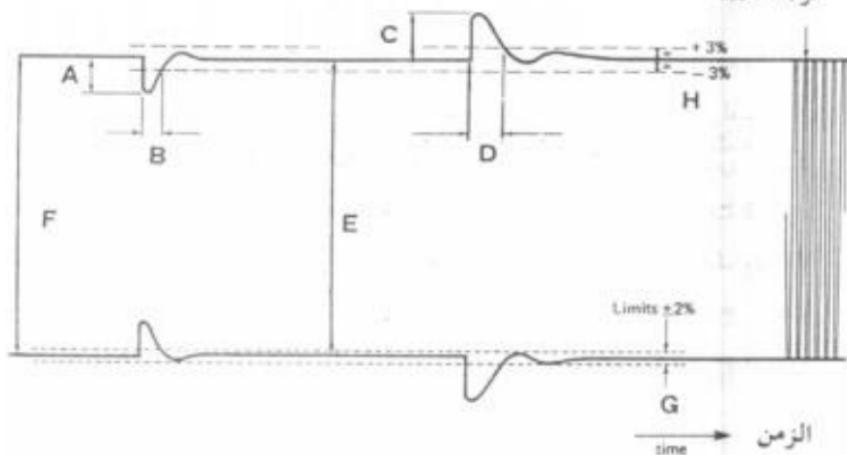
هذه اللحظات تصل إلى ثلث مرات من التيار المقنن بحال المولد التزامني ويسمى هذا النوع في التحكم في الجهد بالحال الفيزيائي، Field forcing، الامر الذي يتبع إعادة الجهد على اطراف المولد إلى القيمة المقننة باسرع ما يمكن. وهناك عدة طرق للحد من انخفاض الجهد على اطراف المولدات التزامنية على سبيل المثال تتابع بدء المحركات الاستنتاجية، وعدم بدئها في لحظة واحدة، وبهذه الطريقة يمكن استخدام مولد له مقنن منخفض. وكذلك بدء المحركات الاستنتاجية ذات القدرات العالية إما جمما / دلتا (Δ) أو بمحول ذاتي له نسبة تخفيض في الجهد تساوي 80% من الجهد المقنن أو 65% من الجهد المقنن. وبخصوص الاحمال التي لها عزم قصور ذاتي كبير فإنه يجب التأكد من صحة الحسابات قبل اخذ القرار بتقليل حجم المولد المطلوب.

والشكل (١٠ - ١) يوضح شكل موجات المولد التزامني عند بدء المحركات الاستنتاجية، وكذلك عند خروج بعض احمال المولد.

حيث إن :

- A الانخفاض العابر للجهد عند بدء بعض الاحمال العابرة
- B زمن عودة الجهد للقيمة المقننة بعد زيادة الاحمال بتفاوت $\pm 3\%$
- C الارتفاع العابر للجهد عند خروج بعض الاحمال
- D زمن عودة الجهد للقيمة المقننة بعد خروج الاحمال بتفاوت $\pm 3\%$
- E قيمة الجهد عند الاستقرار بحمل من القمة العلوية للسفليه
- F قيمة الجهد عند الاستقرار بدون حمل من القمة العلوية للقمة السفليه
- G حدود تنظيم الجهد عند الاستقرار % ± 2
- H قيمة الجهد بعد انتهاء زمن العبور B او D

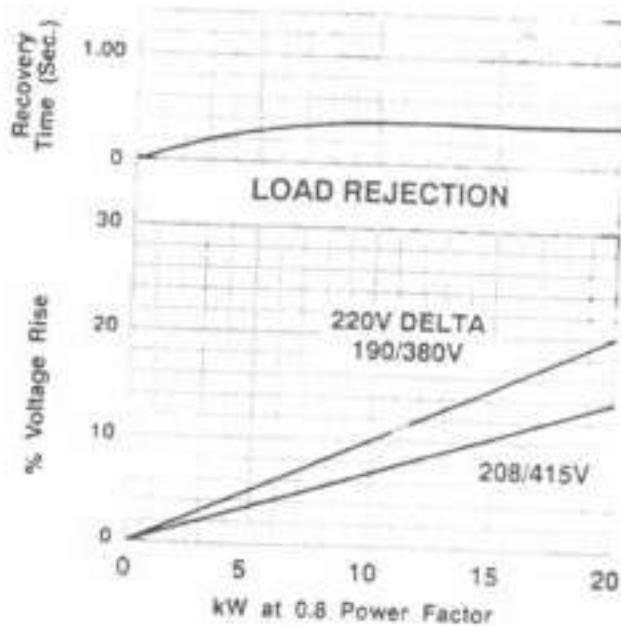
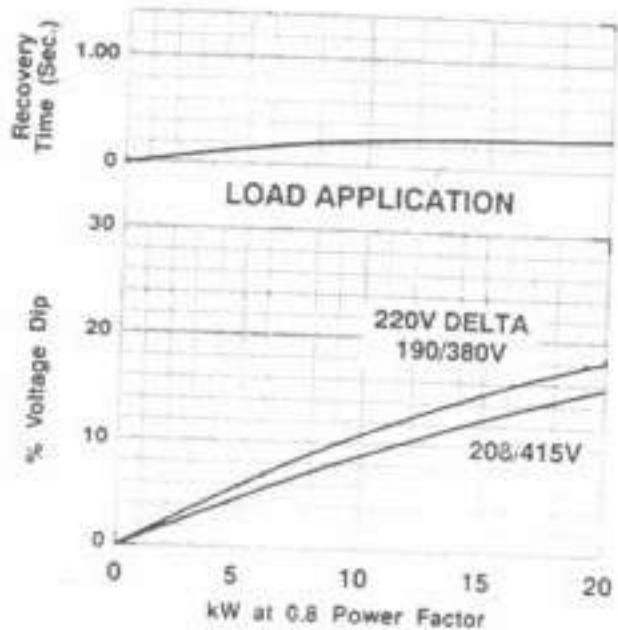
موجة جيبية



الشكل (١ - ١٠)

علمًا بـأن كلاً من الانخفاض العابر للجهد (Vd) والارتفاع العابر للجهد Vr يعطى
كتسبة مئوية من الجهد المقنن.

والشكل (١٠ - ٢) يعرض منحنى انخفاض الجهد مع الزمن %، Voltage dip %،
وزمن العودة Recovery time (sec) (الشكل ١)، وكذلك منحنى زيادة الجهد مع
الزمن %، Voltage rise %، وزمن العودة Recovery time (sec) (الشكل ٢) لمولد
الزمن ٢٠ KW، معامل قدرتها ٠.٨ وتساوي (٠:٢٠KVA)، وهذا المولد من
صناعة شركة Marathon electric .



(٢-١٠)

٤ / ١٠ - الأحمال الكهربائية

أولاً: أحمال الإضاءة:

إن القدرة الكهربائية المستهلكة في وحدات إضاءة ذات المصايبع الفلوروزست أثناء تشغيلها تساوي مجموع قدرة المصايبع الكهربائية ووحدات الكبح .
والجدول (١٠ - ٥) يعطي القدرة الكلية لوحدات إضاءة مزودة بأنواع مختلفة من المصايبع.

الجدول (١٠ - ٥)

نوع المصباح	قدرة المصباح W	القدرة الكلية لوحدة الإضاءة (W)	نوع المصباح	قدرة المصباح W	القدرة الكلية لوحدة الإضاءة (w)
فلوروزست بتسخين Preheat	15	20	(HPMV) زئبق لها معامل قدرة (0.95)	50	57
	20	25		80	88
	30	40		100	118
	40	51		125	139
فلوروزست ببده Trigger start	15	32		175	200
	20	34		250	285
	2X20	55		400	454
	30	46		700	795
فلوروزست ببده سريع Rapid start	40	51		1000	1075
	2X40	88			
فلوروزست تبدا بمفتاح Switch start معامل قدرة (0.95)	1X40	49	صوديوم ضغط على (HPS) لها معامل قدرة (0.95)	1X50	62
	2X40	98		1X70	86
	1X65	76		1X100	130
	2X65	152		1X150	188
Metal Halide، معدنی Halide لها معامل قدرة (0.95)	1X175	215		1X250	300
	1X250	295		1X400	465
	1X400	455		1X1000	1100
	1X1000	1070			

ثانيةً : اغز كات الاستنتاجية :

الجدول (١٠ - ٦) يعطى معامل قدرة البداء ϕ COS والكفاءة η ومعامل القدرة عن الدوران $COS\phi$ لقدرات مختلفة اغز كات استنتاجية ثلاثة الوجه

الجدول (١٠ - ٦)

٤٠	٣٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	٧.٥	٥	٣	٢	P _M القدرة (HP)
0.39	0.42	0.44	0.46	0.49	0.53	0.56	0.61	0.66	0.07	COS ϕ s
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	COS ϕ
٣٥٠	٣٠٠	٢٥٠	٢٠٠	١٥٠	١٢٥	١٠٠	٧٥	٦٠	٥٠	P _M القدرة (HP)
0.19	0.22	0.24	0.25	0.28	0.29	0.31	0.34	0.36	0.36	COS ϕ s
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	COS ϕ

والعلاقات التالية تستخدم مع اغز كات الثلاثية الوجه :

$$P = \frac{P_M \times 0.746}{\eta} \quad (\text{KW}) \longrightarrow 10.4$$

$$S = \frac{P_M}{COS\phi} \quad (\text{KVA}) \longrightarrow 10.5$$

البداء المباشر :

$$S_s = 7.1 P_M \quad (\text{KVA}) \longrightarrow 10.6$$

البداء بعما دلتا :

$$S_s = 2.343 P_M \quad (\text{KVA}) \longrightarrow 10.7$$

الدُّعَاءُ مُحْجُولٌ بِدَعَةٍ لِهِ نَقْطَةٌ تُفْرِغُ عِنْهُ 80% مِنَ الْجَهْدِ الْمُقْتَنَى:

$$S_s = 4.544 P_M \text{ (KVA)} \longrightarrow 10.8$$

الدء عجل بـ له نقطة تفـع عند 65% من الجهد المقنـ:

$$S_s = 2.982 P_M \text{ (KVA)} \longrightarrow 10.9$$

$$S_s = 1.775 P_M \text{ (KVA)} \longrightarrow 10.19$$

حيث إن :

P القدرة الكبيرة الفعالة للمحرك عند الدوران

القدرة الظاهرية عند الدوران

القدرة الظاهرة بـ

القسم: المكانية بالمحضان المكانك (HP)

$\cos\phi$ معاً القدرة عند الدوران

معاملاً القدرة عند البدء

١٥ - تطبيق على اختيار المولد تبعاً للأحمال

المطلوب اختبار قدرة المولد اللازم للأعمال الآتية:

الحـمـاـةـ الـأـوـلـ: 72 وحدـة إضاءـة فـلـورـسـنـت تـحـتـوي كـلـ وـحدـة عـلـى مـصـبـاحـين

2x40W من النوع السريع البدء وتعمل هذه الوحدات عند جهد 220V.

الحصان الثاني: 7 حصانات تعمل كل منها عند جهد 220V وتيارها المقنن 20A.

واحدة، وتوصى مباشرة على الخط عند جهد 220V، وكفاءة كلّ منهم 0.78.

ومعامل قدرة كلّ منهم أثناء الدوران 0.8.

• 3:21-21 plus 2:1; 5:1-5:21 II. 1-11

الحمل الرابع: 5 مكينات لحام احادية الوجه تعمل عند جهد 220V تيار الماكينة

الواحدة 19A ، ومعامل القدرة 0.4 متأخر.

الحمل الخامس: ثلاثة محركات استنتاجية ثلاثة الوجه تعمل عند جهد 380V، وتبدا مباشرة بطريقة تابعية، وقدرة المحرك 3HP.

الحمل السادس: محرك استنتاجي ثالثي الوجه قدرته 80HP يبدأ بمحول ذاتي له نقطة تفرع عند 80% من الجهد المقنن الذي يساوي 380V.

الحمل السابع: محرك استنتاجي ثالثي الوجه قدرته 80KW يبدأ بمحولاً دلتا عند جهد 380V.

علماً بأن درجة الحرارة المحيطة 45°C، وارتفاع مستوى تثبيت المولد عن سطح البحر يساوي 1600m ، كما أن الاحمال تبدأ بطريقة تابعية .

الإجابة

الحمل الأول:

التشغيل العابر	التشغيل المستقر
لا يوجد تشغيل عابر	<p>من الخدول (٥ - ١٠) فإن القدرة الكلية لوحدة الإضاءة هو 88W . وتقسم هذه الوحدات على الأوجه الثلاثة للمصدر فيكون عدد الوحدات الموزعة على الوجه الواحد $\frac{73}{3} = 24$ ويكون قدرة احمال الوجه</p> $P_1 = \frac{88 \times 24}{1000} = 2.112 \text{ KW}$ $S_1 = \frac{2.112}{0.95} = 2.22 \text{ KVA}$

الحمل الثاني :

التشغيل العابر	التشغيل المستقر
لا يوجد تشغيل عابر	<p>نقوم السخانات السبعة على الأوجه الثلاثة فيكون نصيب الوجه 2 سخان عدا وجه يكون نصبه 3 سخان وتكون القدرة القصوى للوجه</p> $S_2 = P_2 = \frac{3 \times 220 \times 20}{1000} = 13.2 \text{ KW}$

الحمل الثالث :

التشغيل العابر	التشغيل المستقر
<p>يأخذ معامل اليد يساوى 7.1 وبالتالي فإن القدرة العابرة للمحمل الثالث عند يده محركين تساوى</p> $S_{s3} = 7.1 \times 5 \times 2 = 71 \text{ KVA}$	<p>نقوم المركبات على الأوجه الثلاثة فيكون نصيب الوجه مساوياً لمحرك واحد عدا وجه يحمل محركين وتكون القدرة القصوى للوجه</p> $S_3 = \frac{2 \times 5 \times 0.746}{0.78} = 9.6 \text{ KW}$ $S_3 = \frac{9.6}{0.8} = 12.0 \text{ KVA}$

الحمل الرابع :

التشغيل العابر	التشغيل المستقر
لا يوجد تشغيل عابر لماكينات اللحام.	<p>نقوم ماكينات اللحام الخمسة على الأوجه الثلاثة فيكون نصيب الوجه ماكينة لحام عدا وجه يحمل ماكينتي لحام وتكون القدرة القصوى للوجه</p> $S_4 = \frac{2 \times 220 \times 19}{1000} = 8.36 \text{ KVA}$ $P_4 = 8.36 \times 0.4 = 3.6 \text{ KW}$

الحمل الخامس:

التشغيل العابر	التشغيل المستقر
<p>حيث إن المركبات تبدأ مباشرةً لذلك يمكن اعتبار معامل البدء 7.1 وبالتالي فإن القدرة العابرة تساوي</p> $SS5 = 3 \times 7.1 = 21.3 \text{ KVA}$	<p>من الجدول (٦ - ١٠) عند قدرة ميكانيكية 3HP فإن</p> $\eta = 0.825, PF = 0.82$ <p>وبالتالي فإن القدرة الكلية تساوى</p> $P5 = \frac{3 \times 3 \times 0.746}{0.825} = 8.1 \text{ KW}$ $S5 = \frac{8.1}{0.82} = 9.87 \text{ KVA}$

الحمل السادس:

التشغيل العابر	التشغيل المستقر
<p>حيث إن المركب يبدأ حركته بمحول ذاتي له نقطة تفرع عند 80% من الجهد المقاوم لذلك فإن:</p> $SS6 = 4.544 \text{ PM}$ $= 4.544 \times 80$ $= 363.52 \text{ KVA}$	<p>من الجدول (٦ - ١٠) يمكن تعريف الكفاءة ومعامل القدرة للمحرك الذي قدرته 80HP</p> $\eta = 0.905 \quad PF = 0.91$ <p>وبالتالي فإن:</p> $P6 = \frac{80 \times 0.746}{0.905} = 65.9 \text{ KW}$ $S6 = \frac{P6}{\cos \phi} = \frac{65.9}{0.91} = 72.4 \text{ KVA}$

الحمل السابع:

التشغيل العابر	التشغيل المستقر
<p>حيث إن المركب يبدأ ثُمماً دلتا لذلك فإن:</p> $SS7 = 2.343 \text{ PM}$ $= 2.343 \times 134$ $= 313.9 \text{ KVA}$	<p>قدرة المركب بالمحسان تساوى</p> $PM = \frac{100}{0.746} = 134 \text{ HP}$ <p>ومن الجدول (٦ - ١٠) فإن</p> $\eta = 0.912 \quad PF = 0.91$ <p>وبالتالي فإن:</p> $P7 = \frac{134 \times 0.746}{0.912} = 109.6 \text{ KW}$ $S7 = \frac{109.6}{0.91} = 120.4 \text{ KVA}$

وبالتالي فإن مجملة القدرة الفعلية والقدرة الظاهرة للأحمال الأحادية الوجه ١, ٢, ٣, ٤ تساوى:

$$P_{1-4} = 3(2.112 + 13.2 + 9.6 + 3.6) = 90 \text{ KW}$$

$$S_{1-4} = 3(2.22 + 13.2 + 12.0 + 8.3) = 38 \text{ KVA}$$

ويكون مجملة القدرة الظاهرة عند البدء للأحمال الأحادية الوجه ١, ٢, ٣, ٤ متساوية:

$$S_{1-4} = 3(0 + 0 + 7.1 + 0) = 21.3 \text{ KVA}$$

والجدول (٧ - ١٠) يعطى قيم القدرة الفعلية والظاهرة ومعامل القدرة عند التشغيل المستقر، وكذلك القدرة الظاهرة عند البدء للأحمال المختلفة.

الجدول (٧ - ١٠)

الحمل رقم	التشغيل المستقر			التشغيل العابر
	S (KVA)	P (KW)	COSφ = $\frac{P}{S}$	
1- 4	114	90	0.789	21.3
5	0.87	8.1	0.82	21.3
6	72.4	65.9	0.91	363.52
7	109.6	100	0.91	313.9
الحمل الكلي	305.8	264	0.86	

والجدير بالذكر أن أسوأ حالة في البدء عند دخول الحمل السادس على المولد بعد باقي الأحمال، وبالتالي تصبح القدرة الكلية عند البدء متساوية:

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

وبالتالي يجب اختبار مولد له قدرة ظاهرية تساوى:

$$S_G = \frac{S}{F_1 F_2 F_3} \text{ (KVA)} \longrightarrow 10.11$$

وحيث إن درجة حرارة الوسط المحيط تساوى 45°C فإن F_1 من الجدول (٢ - ١٠) تساوى ٠.٩٧.

وحيث إن الارتفاع عن سطح البحر لمكان تثبيت المولد يساوي 1600m فإن F_2 من الجدول (٣ - ١٠) تساوى 0.964

وحيث إن معامل القدرة الإجمالي أكبر من 0.8؛ لذلك فإن معامل القدرة F_3 من الجدول (٤ - ١٠) يساوى 1

وبالتالي فإن :

$$SG = \frac{305.8}{0.97 \times 0.964 \times 1} = 376 \text{ KVA}$$

لذلك يجب اختيار مولد له قدرة ظاهرية لا تقل عن 376KVA، وقدراً على إمداد الأحمال عند البدء بقدرة ظاهرية عابرة تصل إلى 596.99KVA بشرط ألا يزيد الانخفاض في الجهد عند البدء 30% من الجهد المقنن والذي يساوى 380V وتردد المولد 50HZ.

٦ - تحسين معامل القدرة

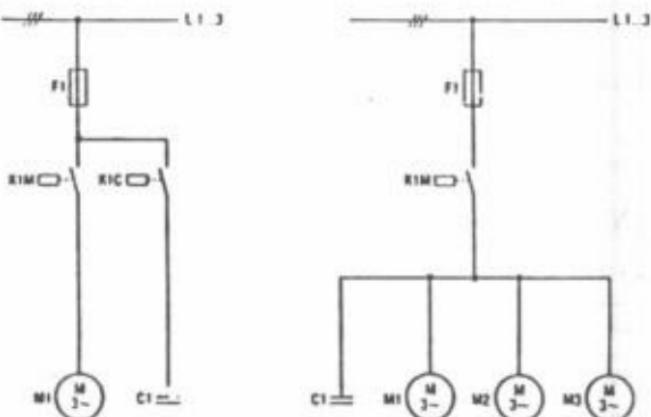
إن معامل القدرة السبيئ (الأصغر كثيراً من الواحد) يضر بمحطات التوليد حيث يضيق جزء كبير من قدرة الخطوط هباءً، لذلك فإن شركات الكهرباء تفرض جزاءات شديدة على المصانع التي تعمل بمعامل قدرة سبيئ، وعادة فإن المصانع تسحب قدرة فعالة متأخرة نتيجة لأحمال الإضافة وأغلاقات الاستنتاجية، ولما كانت القدرة غير الفعالة المضمنة تساوي الفرق بين القدرة غير الفعالة المتأخرة والقدرة غير الفعالة المتقدمة للأحمال، لذا كان من الممكن تقليل القدرة غير الفعالة للمصانع بإضافة أحمال تسحب قدرة غير فعالة متقدمة؛ مثل : المكثفات، وأيضاً أغلاقات التزامنية عندما يكون تيار المجال لها زائداً.

والجدير بالذكر أن تحسين معامل القدرة يعود بالتفع على مولد الطوارئ الخاص بالأحمال، فيقلل من حجمه وكذلك يساعد على الاستفادة القصوى بقدرة المولد.

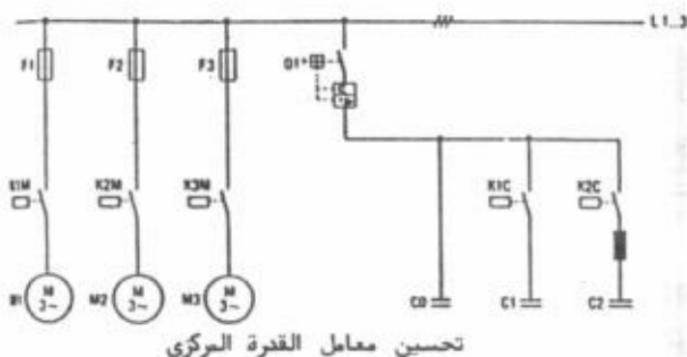
وهناك ثلاثة طرق لتحسين معامل القدرة في المصانع وهم كما يلى:

- ١ - تحسين معامل القدرة لكل حمل بمفرده.
- ٢ - تحسين معامل القدرة بمجموعة أحمال.

٣ - تحسين معامل القدرة المركزى .
 والشكل (١٠ - ٣) يبين مخطططاً أحادى الخط لهذه الطرق المختلفة لتحسين
 معامل القدرة .



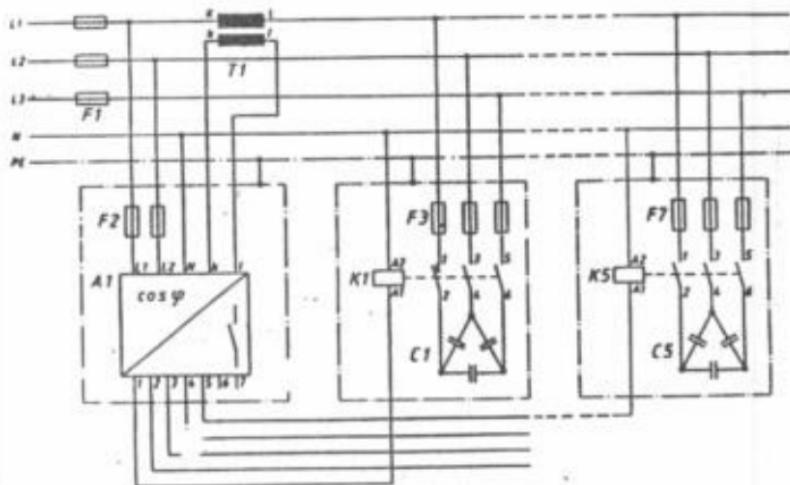
تحسين معامل قدرة لمجموعة احوال واحد



تحسين معامل القدرة المركزى

الشكل (١٠ - ٣)

أما الشكل (٤ - ١٠) فيعرض الدائرة الكهربية لأحد وحدات تخزين معامل القدرة الآوتوماتيكية. علماً بأن متر معامل القدرة A1 يحصل على إشارة جهد من الأطراف N, L1, L2، وإشارة تيار من خلال الأطراف L, K, L وعادة نحصل على إشارة التيار من محول تيار لكبر التيار. وكما هو واضح من هذا الشكل أن الطرف ١ لم يتم معامل القدرة A1 موصل بمكثف الكونتاكتور K1، وكذلك الطرف ٢ موصل بمكثف الكونتاكتور K2 وهكذا. علماً بأن عدد مجموعات المكثفات Capacitor Banks التي يدخلها ريلياً معامل القدرة A1 بالتوالى مع الاحمال يعتمد على معامل القدرة المفضل للأحمال وكذلك القدرة اللحظية للأحمال.



الشكل (٤ - ١٠)

والجدول (٨ - ١٠) يعطي قدرة المكثفات غير الفعالة KVAR لكل KW من الحمل، فمثلاً إذا كان معامل القدرة للحمل 0.57 متأخراً، فلتتحسين معامل قدرة الحمل وصولاً لمعامل قدرة 0.9 نحتاج لمكثفات قدرتها الفعالة 0.958KVAR لكل KW من الحمل. فإذا كان قدرة الأحمال 100KW نحتاج لمجموعات مكثفات قدرتها تساوي:

$$= 100 \times 0.958 = 95.8 \text{ KVAR}$$

الجدول (١٠ - ٨)

Original Power Factor in Percentage	Desired Power Factor in Percentage																	
	88	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
58	0.932	1.000	1.034	1.060	1.086	1.112	1.139	1.165	1.182	1.200	1.248	1.276	1.306	1.337	1.369	1.403	1.440	1.481
59	0.937	0.963	0.989	1.013	1.041	1.067	1.094	1.120	1.147	1.173	1.203	1.231	1.261	1.292	1.324	1.358	1.395	1.436
60	0.939	0.969	0.980	0.993	0.997	1.023	1.050	1.076	1.103	1.131	1.159	1.187	1.217	1.246	1.280	1.314	1.351	1.392
61	0.939	0.976	0.962	0.938	0.954	0.980	1.007	1.033	1.060	1.088	1.116	1.144	1.174	1.203	1.237	1.271	1.308	1.349
64	0.889	0.833	0.861	0.887	0.913	0.939	0.966	0.992	1.019	1.047	1.075	1.103	1.131	1.164	1.196	1.226	1.267	1.308
65	0.769	0.795	0.821	0.847	0.873	0.899	0.926	0.952	0.979	1.007	1.035	1.063	1.093	1.124	1.156	1.190	1.227	1.268
56	0.739	0.756	0.762	0.808	0.834	0.860	0.887	0.913	0.940	0.968	0.996	1.024	1.054	1.085	1.117	1.151	1.188	1.229
62	0.682	0.718	0.744	0.770	0.794	0.822	0.849	0.875	0.902	0.930	0.958	0.986	1.016	1.047	1.079	1.113	1.150	1.191
58	0.635	0.681	0.707	0.733	0.759	0.785	0.812	0.838	0.865	0.893	0.921	0.949	0.979	1.018	1.042	1.076	1.113	1.154
59	0.635	0.643	0.671	0.697	0.723	0.749	0.776	0.802	0.829	0.857	0.885	0.913	0.943	0.974	1.006	1.046	1.077	1.118
48	0.563	0.609	0.633	0.661	0.687	0.713	0.740	0.766	0.793	0.821	0.849	0.877	0.907	0.938	0.970	1.004	1.041	1.082
42	0.548	0.579	0.601	0.637	0.655	0.679	0.706	0.732	0.759	0.787	0.815	0.843	0.873	0.904	0.935	0.970	1.007	1.048
63	0.518	0.542	0.568	0.594	0.620	0.646	0.673	0.699	0.725	0.754	0.782	0.810	0.840	0.871	0.903	0.937	0.974	1.015
43	0.483	0.509	0.535	0.561	0.587	0.613	0.640	0.666	0.693	0.721	0.749	0.777	0.807	0.838	0.870	0.904	0.941	0.982
44	0.401	0.474	0.503	0.529	0.555	0.581	0.606	0.634	0.661	0.689	0.717	0.745	0.775	0.806	0.838	0.872	0.909	0.950
65	0.479	0.445	0.471	0.497	0.523	0.549	0.576	0.603	0.629	0.657	0.685	0.713	0.743	0.774	0.805	0.840	0.877	0.918
46	0.388	0.414	0.446	0.466	0.482	0.518	0.545	0.571	0.598	0.626	0.654	0.682	0.712	0.743	0.775	0.808	0.846	0.882
67	0.358	0.384	0.410	0.436	0.462	0.488	0.513	0.541	0.568	0.598	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.816	0.857
48	0.328	0.354	0.380	0.406	0.432	0.458	0.485	0.511	0.538	0.566	0.594	0.622	0.652	0.683	0.715	0.746	0.786	0.827
49	0.299	0.325	0.351	0.377	0.403	0.429	0.456	0.482	0.509	0.537	0.562	0.593	0.623	0.654	0.688	0.720	0.757	0.796
78	0.239	0.286	0.322	0.348	0.374	0.400	0.427	0.453	0.480	0.508	0.536	0.564	0.594	0.625	0.657	0.691	0.723	0.769

تابع الجدول (٨ - ١٠)

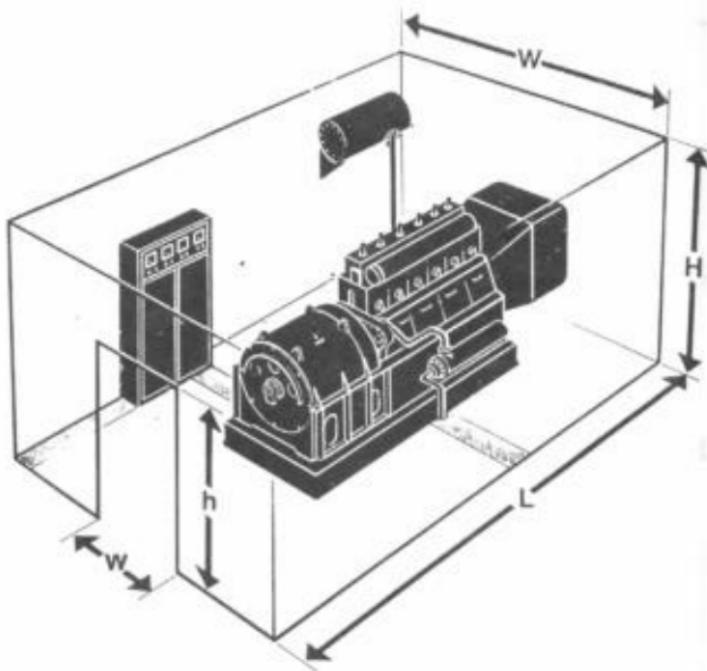
	Desired Power Factor in Percentage																	
	88	81	83	87	84	89	86	87	88	87	90	81	92	83	84	85	86	87
71	0.342	0.268	0.264	0.326	0.346	0.372	0.398	0.425	0.452	0.488	0.508	0.536	0.561	0.587	0.629	0.663	0.700	0.741
72	0.314	0.246	0.266	0.303	0.318	0.344	0.371	0.397	0.424	0.452	0.488	0.508	0.536	0.561	0.601	0.635	0.672	0.713
73	0.384	0.212	0.238	0.304	0.290	0.315	0.343	0.368	0.396	0.424	0.452	0.480	0.510	0.541	0.573	0.601	0.644	0.683
74	0.159	0.185	0.211	0.237	0.263	0.289	0.316	0.342	0.369	0.397	0.425	0.451	0.481	0.514	0.546	0.588	0.617	0.658
75	0.132	0.158	0.184	0.216	0.235	0.262	0.289	0.315	0.342	0.370	0.398	0.426	0.453	0.483	0.519	0.553	0.586	0.631
76	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.235	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.398	0.426	0.456	0.492	0.526	0.563	0.604
77	0.079	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.234	0.267	0.289	0.317	0.345	0.371	0.401	0.434	0.466	0.506	0.537	0.578
78	0.053	0.078	0.094	0.120	0.136	0.162	0.209	0.215	0.282	0.290	0.318	0.346	0.375	0.407	0.439	0.473	0.519	0.551
79	0.026	0.052	0.076	0.104	0.120	0.136	0.183	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.522
80	0.006	0.036	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.183	0.218	0.238	0.266	0.294	0.321	0.353	0.387	0.421	0.458	0.499
81	0.000	0.036	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.184	0.212	0.240	0.268	0.296	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473	
82	0.000	0.036	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.184	0.212	0.240	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447		
83	0.000	0.036	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.184	0.212	0.240	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447		
84	0.000	0.036	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.184	0.212	0.240	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447		
85	0.000	0.037	0.053	0.080	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.385	0.420	0.456	0.492	
86	0.000	0.036	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.184	0.212	0.240	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447		
87	0.000	0.037	0.053	0.080	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.385	0.420	0.456	0.492	
88	0.000	0.036	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.184	0.212	0.240	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447		
89	0.000	0.036	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.184	0.212	0.240	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447		
90	0.000	0.036	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.184	0.212	0.240	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447		

Original Power Factor in Percentage

ملحق ١

أبعاد غرف وحدات التوليد العاملة بالديزل

توجد علاقة بين الغرفة التي يوضع فيها وحدات التوليد العاملة بالديزل والقدرة الظاهرية لمولداتها، والشكل التالي يعرض نموذجاً توضيفياً لوضع وحدة توليد عاملة بالديزل في غرفة وأبعاد الغرفة.



النموذج التوضيفي

والجدول التالي يعطي قيم الأبعاد المختلفة للغرفة لقدرات مختلفة للمولدات، تبعاً
لتوصيات شركة Simens الالمانية.

650:1500	250:550	100:200	20:60	قدرة المولد KVA	الأبعاد (m)
10.0	7.0	6.0	5.0	L	
5.0	5.0	4.5	4.0	W	
4.0	4.0	3.5	3.0	H	
2.2	2.2	1.5	1.2	W	
2.0	2.0	2.0	2.0	h	

References

- 1- Gunter Gseip, Werner sturm ed, 1987.
Electrical Installation Hanbook. Geremany. siemens co.
- 2- Gordan S. Johnson ed, 1993.
On site power Generation refrence book. USA.
Electrical Generation system Association.
- 3- Newage Engineering LTD.
Operation & Maintenance Manual. AC Range.
Brushless AC Generator England. Acharterhouse group company.
- 4- Marathon Electric CO. ed 1993.
Magnamax DVR Generator Installation, Operation and maintenance. Manual Of AC Generator. USA.
- 5- Marathon Electric CO. ed 1991.
Magnanax Voltage regulator Technical Manual for models PM100 and PM200. USA.
- 6- Basler Electric CO.
Power Products catalogue. USA. Highland.
- 7- SELCO.
Generator Catalogue. Denmark / Great britinian.

8- Crompton CO.

Protection relay catalogue NO. SW 250/P. England.

9- Barber electric CO. Technical Manual for electronic Governer USA.

10- Murphy switch of califonia, Inc.

Basic operating and Installation Instructions for the ASM ISO Murphymatic.

11- CELISA CO. ed 1987.

Switch Board Measuring instrument cataloge. Spain.

12- MERLIN GERIN ed 1992.

LOW voltage circuit Breaker application Guide. France.

13- MERLIN GERIN ed 1995.

LOW Voltage distribution catalogue. France.

مراجع عربية

١ - السلسلة التكنولوجية:

هندسة الجرارات - دار المعارف القاهرة ..

٢ - السلسلة التكنولوجية:

هندسة السيارات - دار المعارف القاهرة ..

صدر من هذه الموسوعة :

- ١ - الأسس العملية في التركيبات الكهربية.
- ٢ - التركيبات الكهربية في المنشآت السكنية.
- ٣ - التركيبات الكهربية في المنشآت الصناعية والتجارية العامة.
- ٤ - المولدات العاملة بمحركات дизيل.