المولدات الكهربائيــة
Electrical Generators

محتويات وأهداف البرنامج

- أنواع وحدات التوليد الكهربائية
- التشغيل القياسى لوحدات التوليد الكهربائية SOP
- أهم الأعطال الشائعة لوحدات التوليد الكهربائية
- تشغيل وحدات التوليد عن طريق التزامن
- الصيانة القياسية لوحدات التوليد الكهربائيةSMP
- أجهزة القياس والحماية المركبة على ماكينة الديزل
- أجهزة القياس والحماية المركبة بلوحة تشغيل المولد

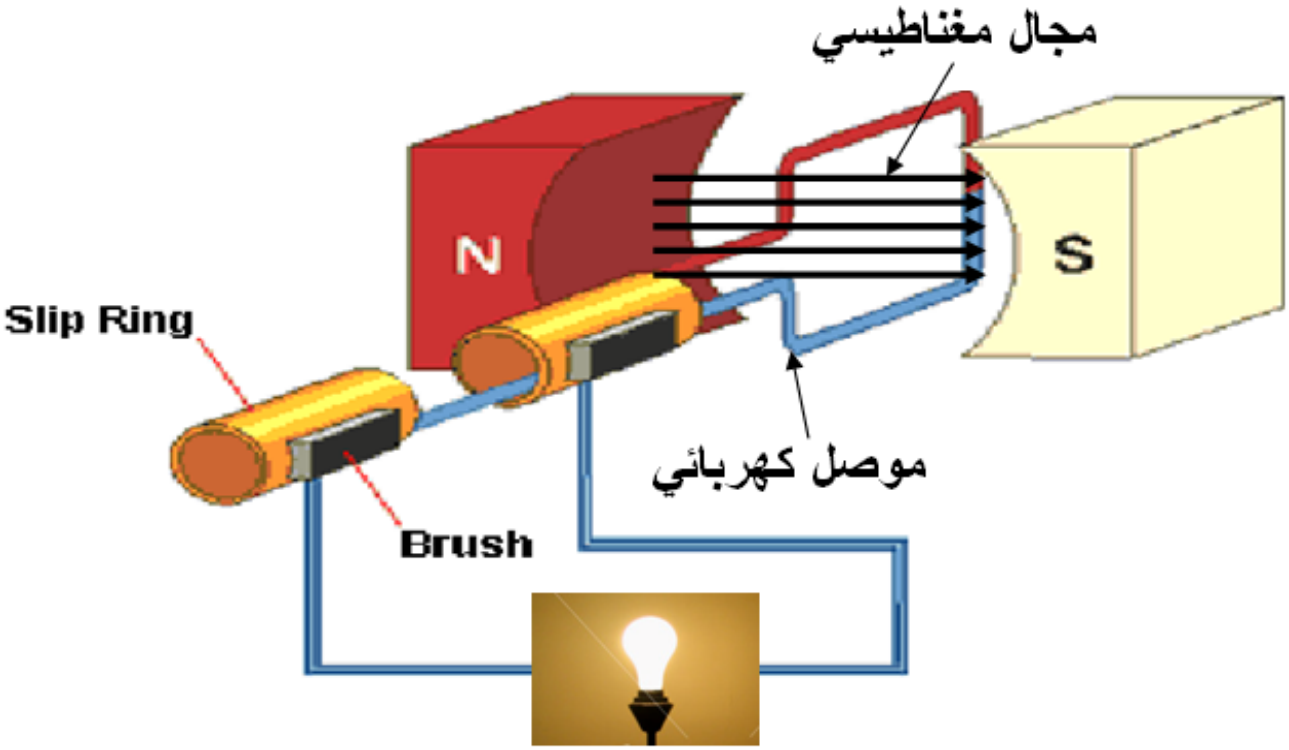
أولا: أنواع وحدات التوليد الكهربائية

تعريف المولدات

المولد الكهربائى هو الآلة التى تقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية وذالك عن طريق دوران موصل فى مجال مغناطيسى فيقطع المجال الموصل وينتج عن ذلك تولد قوة دافعة كهربية داخل هذا الموصل

فكرة عمل المولد

شروط توليد التيار الكهربائي



- موصل كهربائي

(نحاس ، فضة ، ذهب ، حديد .....معادن أخرى)

- مجال مغناطيسي (ينتج من مغناطيس دائم مثلا)

- حركة ميكانيكية (تدوير باليد ، بالبخار ، بمساقط المياه ، بالرياح ..... الخ)

تصنيف المولدات

من ناحية القدرة:

- مولدات ذات قدرات عالية
- مولدات ذات قدرات متوسطة
- مولدات ذات قدرات منخفضة

تصنيف المولدات

من ناحية التشغيل- ادارةالمولد:

- مولدات تعمل بوحدة ديزل.
- مولدات تعمل بطاقة الرياح.
- مولدات تعمل بالغاز الطبيعى.
- مولدات تعمل بالبخار.

تصنيف المولدات

من ناحية الجهود:

- مولدات خرج جهد منخفض (380 / 220/ 110) فولت
- مولدات خرج جهد متوسط (11000 / 3300) فولت

من نوع الجهد:

- مولدات جهد مستمر DC
- مولدات جهد مترددAC

تصنيف المولدات

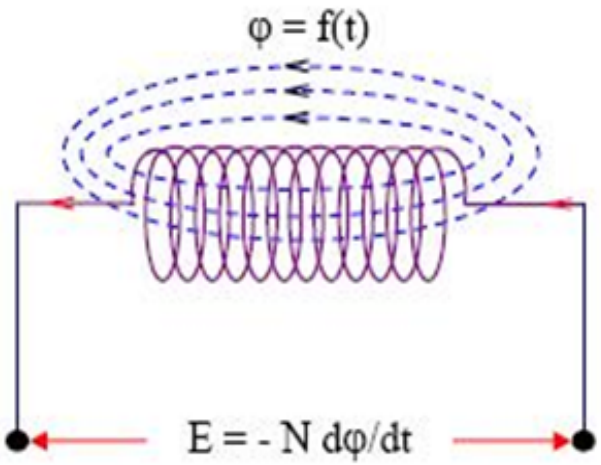
من ناحية عدد الأوجه:

- مولدات خرج أحادى الوجه Single Phase
- مولدات خرج ثلاثى الأوجه 3- Phases

فكرة عمل المولد

إن مبدأ عمل المولد ونظرية التوليد ينطلق من قانون فارادي حيث

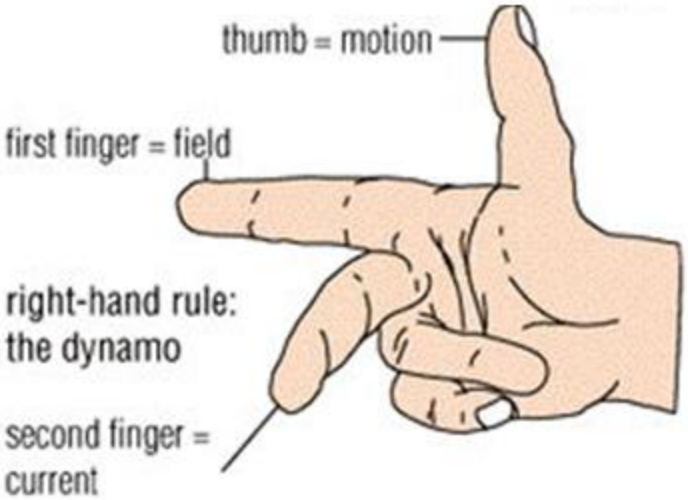
ينص قانون فاراداي علي أنه اذا تعرض ملف ما ذو عدد لفات N لمجال مغناطيسي أو خطوط قوي مغناطيسيه متغيرة مع الزمن تتولد قوة دافعه كهربيه E
(جهد كهربي) بين طرفي هذا الملف. تتناسب مع معدل تغير المجال المغناطيسي مع الزمن وتساوي عدد اللفات N مضروبا في معدل تغير خطه ط القه ء المغناطيسيه بالنسبه للز من
وذلك باشارة سالبه :-

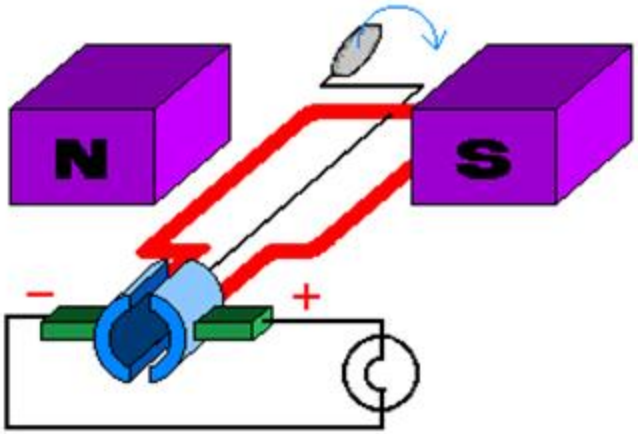


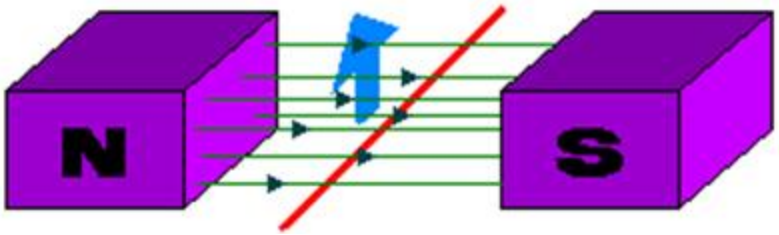
$$E = -N\, d\Phi/dt$$

فكرة عمل المولد

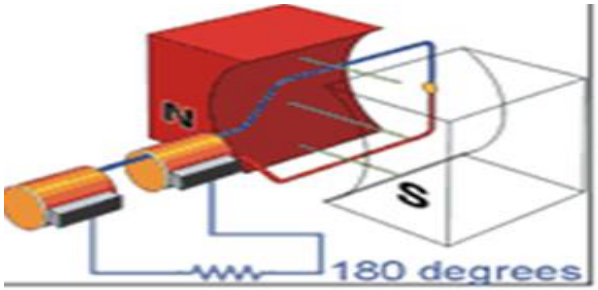
قاعدة فلمنغ لليد اليمنى(مولدات)

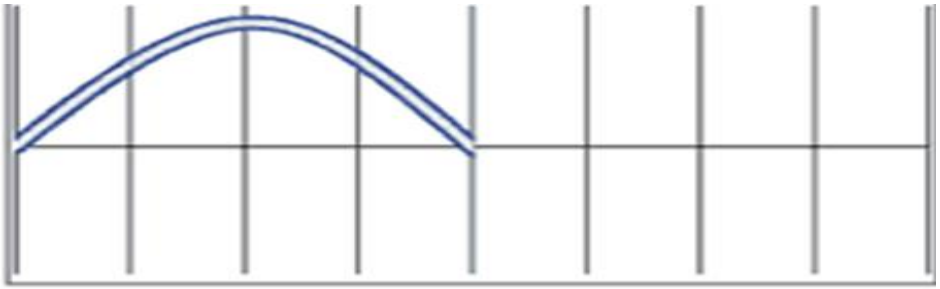


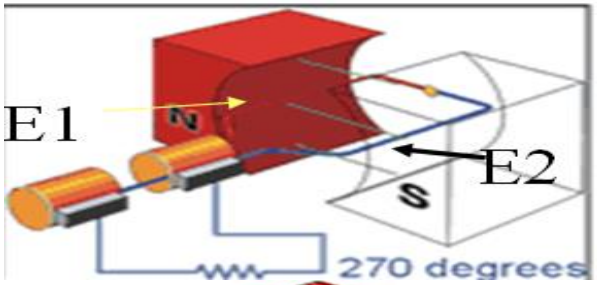


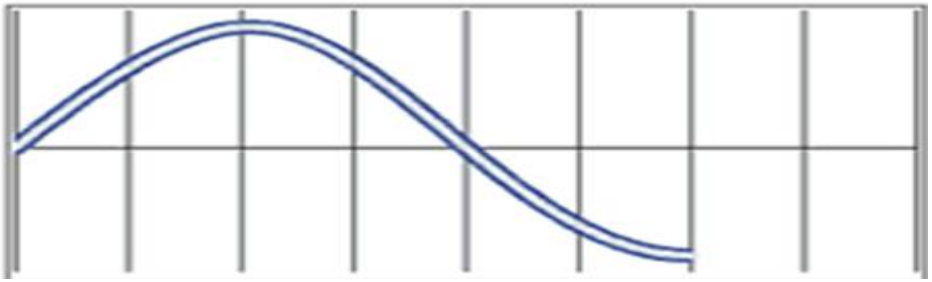


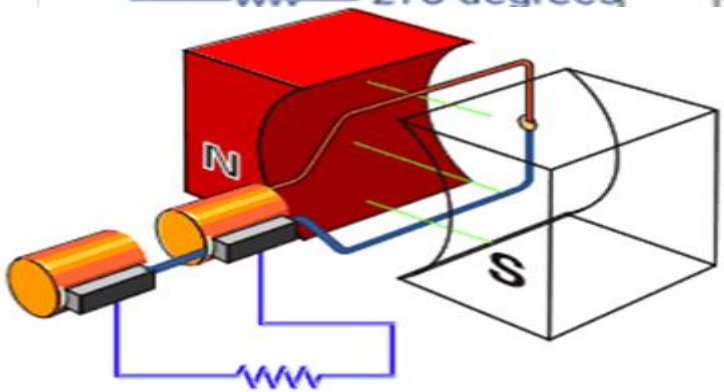
فكرة عمل المولد

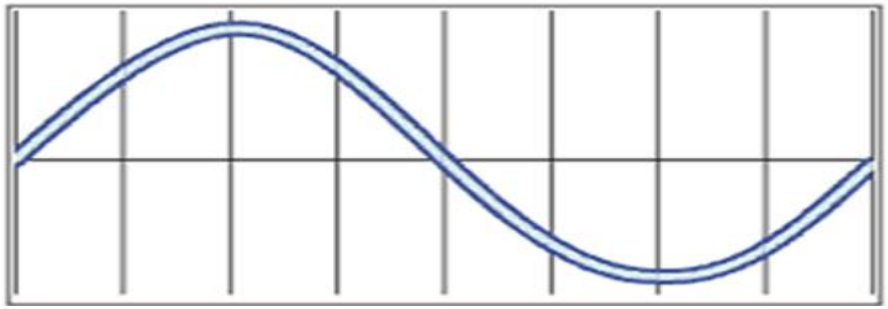




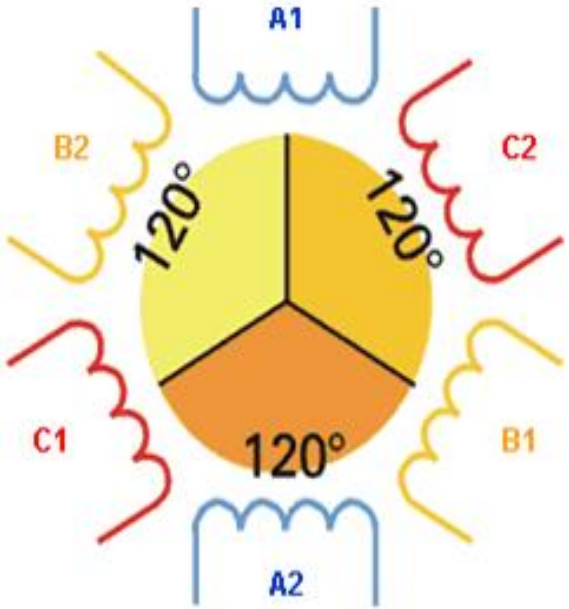


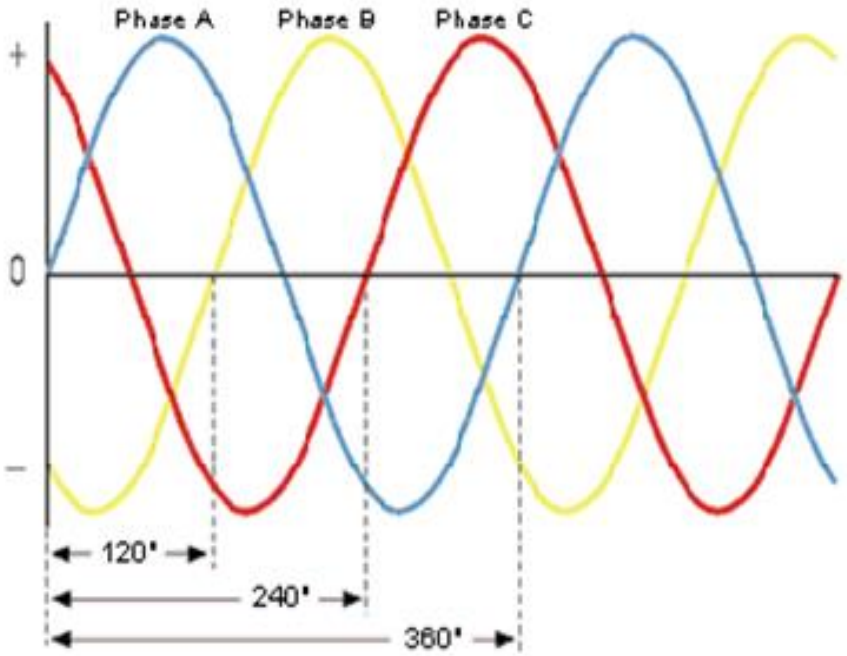






فكرة عمل المولد





فكرة عمل المولد

في محطات التوليد يجب تدوير المجال المغناطيسي بدلا من تدوير الملفات وذلك بسبب :

أن التيار الذي تحتاجه ملفات التهييج يكون صغيرا نسبيا لما تحتاجه في الحالة الاخربوالفرش الكربونية تكون اصغر بسبب صغر التيار ، ثم لسهولة المأخذ من المنتج ونقصان التكاليف التي تتطلب تصميم أسلاك ذات مقاطع كبيرة .

- كذلك لابد من الذكر أن هذا المولد المتزامن يحتاج إلى تيار لإحداث المجال المغناطيسي يسمى تيار التهييج ، ويكون مصدر هذا التيار من مولد تيار مستمر يعمل بطريقة عضو التوحيد، أو يكون مصدر هذا التيار تيارا متغيرا يتم توحيده عن طريق الموحدات الدوارة.

فكرة عمل المولد

ولذلك يمتاز المولد ذو المنتج الساكن عل المولد ذي المنتج الدوار في مولدات التيار المتغير بمايلي :-

سهولة أخذ التيار

يؤخذ التيار المتولد في المنتج الساكن مباشرة من نهايات ملف المنتج دون الحاجة إلى حلقات إنزلاق وفرش كربونية، لذلك يمكن تصميم مولدات ذات قدرات عالية .

نلاحظ أن مولد قدرته 20 MVA ، فولطيته 11 KV ، يكون تيار الخط فيه 1050 A ،ولهذا يصعب أخذه عن طريق حلقات إنزلاق وفرش، بينما يسهل تغذية (تهييج) الأقطاب عن طريق حلقات إنزلاق وفرش لأن تيار التهييج في هذه الحالة يبلغ 300 A تحت فولطية 400V.

مكونات وحدات التوليد

مهما اختلفت طريقة صناعة المولد الكهربائي بحسب الشركات الصانعة المتعددة له يبقى المولدله نفس المواصفات الرئيسة والذي يتكون من جزئين رئيسين هما :-

العضو الثابت (Stator) .

العضو المتحرك (Rotor) .

نبدأ بشرح الهيكل (غرفة الجزء الثابت)

يتكون الهيكل من ألواح من الفولاذ السحب (Rolled Steel) حيث يتم دمجها مع بعضها ولحامها بلحام خاص مقوى لكي تشكل غرفة تعمل على تدعيم وحماية وتغليف الجزء الفعال للمولد.

مكونات وحدات التوليد

العضو الثابت Stator

إسطوانة حديدية مجوفة تتكون من رقائق معدنية سماكتها بحدود 0.4mm للتغلب على التيارات الدوامية . ويتم عزل هذه الرقائق بطبقة عازلة مثل ... الورنيش أو الدهان أو الورق والميكا.

ترص هذه الرقائق بشكل مجموعات ويتخللها فراغات أو فتحات من أجل التهوية أو التبريد، بحيث تشكل في النهاية المجاري الطولية التي ستحتوي الملفات.

تكون هذه المجاري على عدة أشكال منها :-

1- المجرى المفتوح : يمتاز بسهولة تركيب الملفات.

2- المجرى نصف المفتوح : يمتاز بخواصه الجيدة لقلة ممانعته المغناطيسية.

3- المجرى المغلق : يمتاز أيضا بخواصه الجيدة لقلة ممانعته المغناطيسية.

مكونات وحدات التوليد

العضو الثابت Stator

مكونات وحدات التوليد

العضو الدوار Rotor

يتكون العضو الدوار في مولد التيار المتغير من أقطاب مغناطيسية مثبتة على محور الحركة، ويعتمد تصميم العضو الدوار من حيث عدد أقطابه على سرعة الدوران، وكلما انخفضت السرعة زاد عدد الأقطاب وزادت الحاجة إلى مساحة أكبرلإيوائها، أي إلى قطر أكبر للعضو الدوار.

تقسم مولدات التيار المتغير من حيث السرعة وتركيب العضو الدوار إلى نوعين رئيسين :-

العضو الدوار ذو الأقطاب البارزة

يتركب من الأقطاب وحاملها ومحور الحركة ،ويوجد هذا النوع من المولدات من مختلف القدرات ، وقد يصل عدد أقطابه إلى ثلاثين قطبا، ويكون غالبا ذا قطر كبير وطول محوري صغير.

مكونات وحدات التوليد

العضو الدوار Rotor

مكونات وحدات التوليد

العضو الدوار Rotor

العضو الدوار الإسطواني

يقتصر هذا النوع من العضو الدوار على المولدات ذات القدرة الكبيرة العالية السرعة، التي تدار بعنفات (توربينات) بخارية أوغازية ، وتكون الأقطاب مخفية في جسم الإسطوانة المصمت المصنوع من الصلب ، بحيث تسقط ملفات الأقطاب النحاسية المعزولة في مجار طولية بهذه الإسطوانة، وتثبت بدعائم لتقاوم القوة الطاردة المركزية، وفي هذا النوع من المولدات لايزيد عدد الأقطاب عن أربعة.

مكونات وحدات التوليد

العضو الدوار Rotor

مكونات وحدات التوليد

دوائر الإثارة Exciter

تغذى أقطاب مولدات التيار المتغير بالتيار المستمر بإحدى الطرق التالية:-

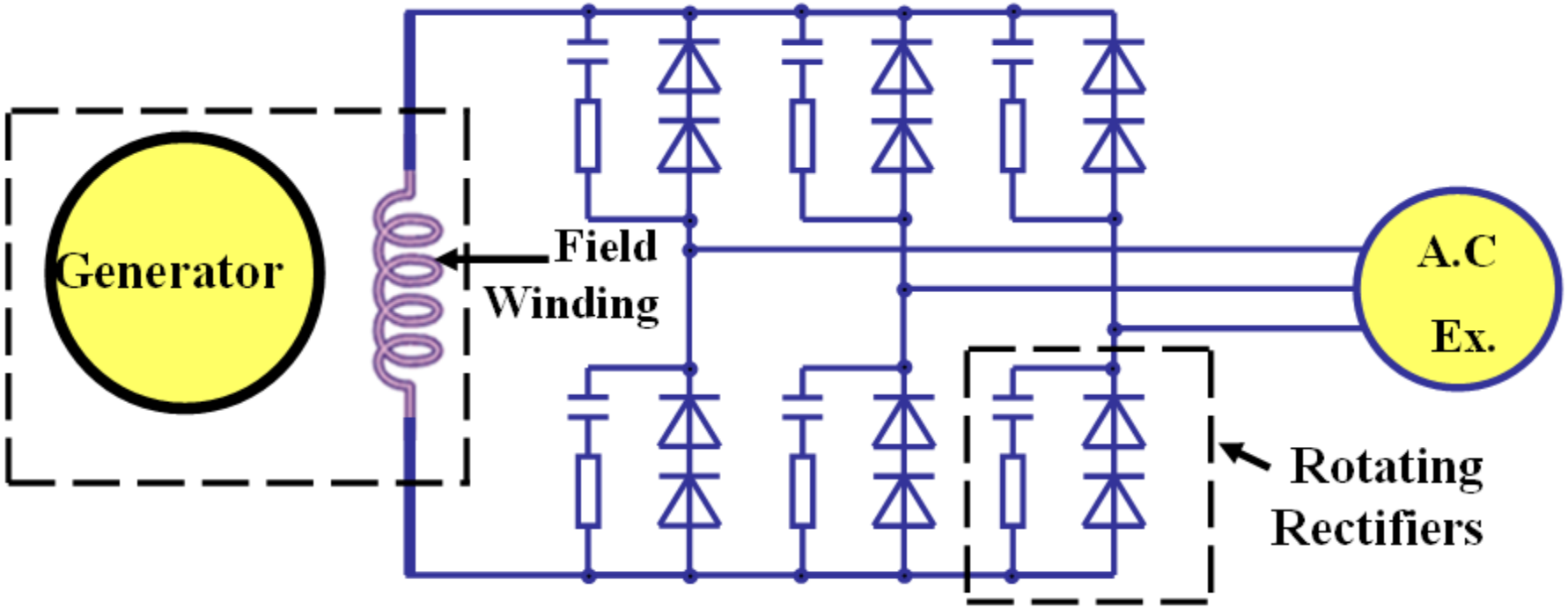
1- التغذية المنفصلة

تتم بواسطة مولد للتيار المستمر يستمد حركته من حركة عمود المولد الرئيس، وينقل تيار التغذية إلى الأقطاب عن طريق حلقتي إنزلاق.

2- التغذية الذاتية

يستعمل هذا النوع من التغذية إذا كان منتج المولد هو العضو الدوار، وتغذى الأقطاب في هذه الحالة إما من ملفات المنتج عن طريق موحدات خاصة ، وإما من ملفات مستقلة عن المنتج بعد توحيد تيارها بواسطة عضو توحيد ، وتستعمل هذه الطريقة في المولدات الصغيرة التي تستعمل للإنارة في المزارع.

مكونات وحدات التوليد



مولد صغير يسمى المهيج الرئيس (Main Exciter)
يولد تيارمتردد A.C ويتم توحيد التيار المتردد عن طريق
موحدات دوارة Rotating Rectifiers

مكونات وحدات التوليد

منظم الجهد الأوتوماتيكي AVR

ووظيفته تنظيم الجهد على المولد ذالك لان الحمل على المولد متغير فانه عند رفع الحمل ينخفض الجهد على المولد وعند خفض الحمل على المولد يرتفع الجهد ودلك نظرا لزيادة أو انخفاض التيار الخارج من المولد ويتم التحكم في جهد المولد عن طريق رفع أو خفض تيار التحريض للمولد ويتم التحكم في تيار التحريض عن طريق حاسوب أو نظام التحكم اللأكتروني PID حيث يتم توصيل محول جهد ومحول تيار إلي منظومة التحكم و يتم مراقبة جهد المولد وقياس زاوية الطور وزاوية الحمل للمولد عن طريق مقارنة التيار بالجهد

ثانيا: التشغيل القياسى لوحدات التوليد SOP

أولا: اجراءات ما قبل التشغيل:

1. يقوم فنى التشغيل لوحدات التوليد بالتأكـد من منســـوب الزيـــت – كمية الوقود – منسوب مياه التبريد .
2. يقوم فنى التشغيل بتزويد المياه والزيت اذا كانت أقل من المستوى المطلوب.
3. يقوم فنى التشغيل بفتح صمام الوقود ويد فلتر الوقود فى وضعها الصحيح .
4. يقوم فنى التشغيل بتشغيل نظام الوقود .
5. يقوم فنى التشغيل بالتأكد من ضغط الهواء بأنه لايقل عن الضغط المطلوب .
6. يقوم فنى التشغيل بتشغيل الأجهزة المساعدة (يدوى – أتوماتيكى) وهى مبردات المياة – الهوايات – طلمبات نقل الوقود ـ طلمبة الزيت .
7. يقوم فنى التشغيل بتوصيل الأرضى للوحدة التى يتم تشغيلها

ثانيا: التشغيل القياسى لوحدات التوليد SOP

ثانيا: اجراءات التشغيل:

1. يقوم مهندس الوردية بالتأكد من اتمام اجراءات ما قبل التشغيل .
2. يقوم المهندس بفصل خط الكهرباء المغذى عن طريق فصل القاطع الموصل
3. يقوم المهندس بالضغط على زر التشغيل لوحدة التوليد .
4. يقوم المهندس بتشغيل وحدة التوليد بدون حمل لمدة 4 دقائق .
5. يقوم المهندس بمتابعة قراءات العدادات (الجهد – الأمبير - الاتزان – السرعة)
6. يقوم المهندس بتحميل الطلمبات على وحـــــدات التوليد ومراقبـــــة حالة التشغيل وعددات (الجهد – السرعة – الاتزان) .
7. يقوم فنى التشغيل فى تسجيـــل القراءات كل ربع ساعة فى النموذج المعد لذلك
8. يقوم فنى التشغيل لوحدات التوليد بمتابعة خطوط الكهرباء المغذية للمحطة .
9. يقوم الفنى بابلاغ المهندس عن أى عطل يحدث أثناء التشغيل لوحدات التوليد
10. يقوم فنى التشغيل بابلاغ المهندس بوصول خطوط الكهرباء المغذية للمحطة .
11. يقوم المهندس باتباع خطوات الايقاف بعد التأكد من عودة خطوط الكهرباء المغذية

ثانيا: التشغيل القياسى لوحدات التوليد SOP

ثالثا: اجراءات الايقاف:

1. يقوم مهندس الوردية بإصدار التعليمات لفنى التشغيل بإيقاف جميع الوحدات التى تعمل .
2. يقوم مهندس الوردية بفصل مغذى وحدات التوليد .
3. يقوم مهندس الوردية بفصل القاطع المغذى من وحدات التوليد بالمحطة .
4. يقوم مهندس الوردية بتوصيل القاطع للخط المغذى من شركة الكهرباء لتغذية المحطة .
5. يقوم مهندس الوردية بتحميل الوحدات على الخط المغذى .
6. يقوم مهندس الوردية بفصل وايقاف وحدة التوليد

ثالثا: أهم الأعطال الشائعة لوحدات التوليد

العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرق اصلاح العطل
الجهد على أطراف المولد منخفض	- انخفاض المغناطيسية المتبقية أو قطبية غير صحيحة لمجال مولد الإثارة	- المولد يحتاج لوميض مجال
	- مفتاح فصل القدرة من AVR مفتوح.	- أغلق المفتاح
	- ماكينة الديزل لا تصل لسرعتها المقننة.	- ارفع سرعة ماكينة الديزل وصولا للسرعة المقننة
	- أطراف دائرة القدرة للمنظم مفصولة	- تحقق من توصيلات AVR
	- أطراف التغذية المرتدة للمنظم مفصولة	- تحقق من توصيلات AVR
	- المولد محمل بحمل كبير أو يوجد قصر بخرج المولد	- قلل الحمل أو أزل الخطأ
	- مشكلة بالمنظم	- استبدال المنظم
	- مولد الاثارة موصل بطريقة غير صحيحة	- تحقق من توصيلات مولد الاثارة وكذلك من عمله
	- مشكلة بمولد الاثارة	- اختبر مقاومة مولد الاثارة

ثالثا: أهم الأعطال الشائعة لوحدات التوليد

العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرق اصلاح العطل
الجهد على أطراف المولد يتزايد ثم يقل	- تلف المقاومة المتغيرة الخاصة بضبط الجهد أو وجود فتح فى هذه المقاومة المتغيرة	- تأكد من سلامة المقاومة المتغيرة ومن جودة الوصلات الكهربية واستبدال المقاومة المتغيرة اذا تبين تلفها
	- عدم وصول قدرة كهربية لأطراف دائرة القدرة لمنظم الجهد	- تحقق من وصول القدرة الكهربية للمنظم
	- المنظم تالف	- استبدال المنظم
الجهد عال ولا يمكن التحكم فيه بواسطة المقاومة المتغيرة	- أطراف التغذية المرتدة للمنظم مفصولة	- تحقق من التوصيلات
	- يوجد قصر على أطراف المقاومة المتغيرة	- تحقق من التوصيلات الكهربية واستبدال المقاومة المتغيرة فى حالة تلفها
	- مشكلة بالمنظم	- استبدال المنظم
الجهد عال على أطراف المولد ويمكن تقليله بواسطة المقاومة المتغيرة ولا يصل للقيمة المقننة	- قيمة المقاومة المتغيرة منخفضة	- زد قيمة المقاومة المتغيرة
	- توصيل غير صحيح لأطراف التغذية المرتدة لمنظم الجهد	- تأكد من سلامة التوصيلات الكهربية للتغذية المرتدة
	- جهاز الفولتميتر به خلل	- استبداله
	- مشكلة بالمنظم	- استبدال المنظم

ثالثا: أهم الأعطال الشائعة لوحدات التوليد

العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرق اصلاح العطل
الجهد منخفض على أطراف المولد ولكن يمكن زيادته بزاسطة المقاومة المتغيرة مه عدم الوصول للجهد المقنن	- نقطة معايرة الجهد الخشنة أو الناعمة مضبوطة عند قيمة منخفضة	- عدل ضبط نقط معايرة الجهد الخشنة أو الناعمة
	- ماكينة الديزل تدور بسرعة منخفضة	- ارفع سرعة ماكينة الديزل
	- توصيل غير صحيح لأطراف التغذية المرتدة	- تأكد من وسلامة التوصيلات
	- جهاز الفولتميتر غير دقيق	- استبداله
	- مشكلة بالمنظم	- استبداله
تنظيم ضعيف	- التيار اللازم لمجال المولد أكبر من القيمة العظمى المتاحة من منظم الجهد	- يستبدل المنظم بآخر مناسب للمولد
	- أحمال المولد غير متزنة مع وجود دائرة إحساس ثلاثية الوجه لمنظم الجهد	- حاول أن تجعل أحمال المولد متزنة
	- جهد تغذية دائرة القدرة للمنظم منخفض عن الجهد اللازم	- صحح جهد تغذية دائرة القدرة
	- ماكينة الديزل لا تصل للسرعة المقننة	- ارفع سرعة المولد
	- خلل بالمنظم	- استبداله
	- خلل فى مولد الاثارة أو المولد	- تحقق من سلامة المولد الرئيسى ومولد الاثارة
	- خلل فى الموحدات الدوارة	- تحقق من سلامة الموحدات واستبدال التالف

رابعا: تشغيل وحدات التوليد عن طريق التزامن

أسباب لتشغيل المولدات على التوزاى وهى:

1. زيادة السعة الكلية لمنظومة القدرة الكهربائية KVA.
2. استمرار الخدمة عند تعطل أحد المولدات.
3. عدم توفر مكان مناسب لتشغيل مولد كبير

رابعا: تشغيل وحدات التوليد عن طريق التزامن

شروط تشغيل عدة مولدات على التوازى:

1. جهود كل المولدات تكون متساوية.
2. الاتفاق فى تتابع الأوجه لجميع المولدات Phase Sequence
3. تساوى التردد لجميع المولدات
4. توزيع الأحمال على المولدات تبعا للقدرة المقننة لكل مولد

رابعا: تشغيل وحدات التوليد عن طريق التزامن

طرق ضبط التزامن:

1.التزامن اليدوى :

عن طريق جهاز التوافق السينكروسكوب واللمبات.

التزامن الأتوماتيكى:

يقوم جهاز التزامن الأتوماتيكى Automatic Check-Synchronizer **بالتأكد من ضبط الجهد والتردد وزاوية الوجه**

التدريب العملى

- الصيانة القياسية لوحدات التوليد الكهربائية SMP
- أجهزة القياس والحماية المركبة على ماكينة الديزل
- أجهزة القياس والحماية المركبة بلوحة تشغيل المولد