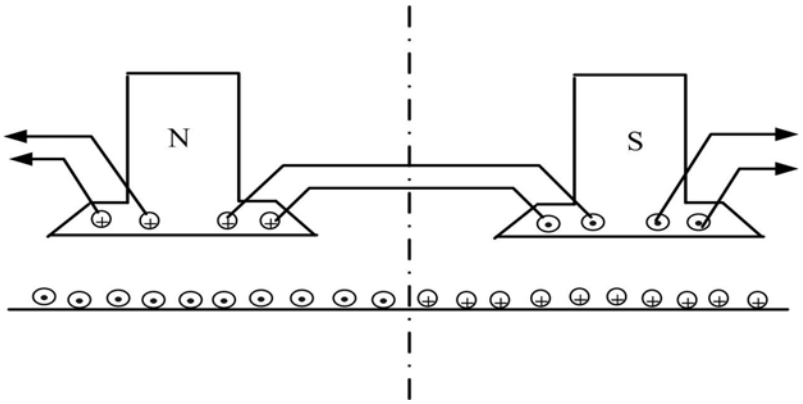


شكل ٢ -١٣ ملفات التعويض

٢ -٤ طرق التغذية (التنبيه) لآلات التيار المستمر (Methods of Excitation)

تحتاج مولدات التيار المستمر إلى وسيلة لتغذية (تنبيه) ملفات المجال وذلك لتوليد القوة الدافعة المغناطيسية اللازمة لمغنطة الآلة والحصول على القوة الدافعة الكهربية عند الدوران. تستمد ملفات المجال التيار اللازم إما عن طريق مصدر جهد خارجي أو من الجهد المتولد من الآلة ذاتها ، وتنقسم مولدات التيار المستمر من حيث طرق التغذية إلى نوعين:

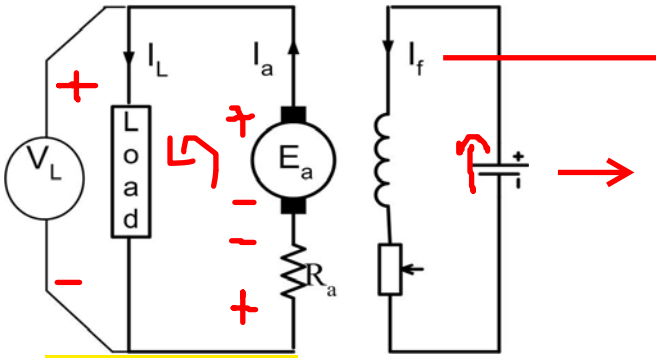
- مولدات ذات تغذية مستقلة (منفصلة) (Separately excited) ويتم فيها تغذية المجال من منبع جهد خارجي (منفصل عن الآلة).
- مولدات ذات تغذية ذاتية (Self excited) وفيها تغذى ملفات المجال من الآلة نفسها ، ويتم بناء الجهد نتيجة المغناطيسية المتبقية في الآلة والتي تنشأ نتيجة تغذية الآلة تغذية مستقلة.

٢ -٤ -١ المولدات ذات التغذية المستقلة (Separately excited generators)

يوضح شكل ٢ -١٤ مخطط الدائرة لتوصيل مولدات التغذية المستقلة، وتستخدم هذه التوصيلة عموما لحساب منحنى الخصائص المغنطة للآلة أو كما يسمى منحنى الدائرة المفتوحة. ويمتاز هذا النوع من المولدات بثبات تيار المجال وعدم اعتماده على تيار المنتج، كذلك يمكن الحصول على مدى أوسع للجهد المتولد على أطراف الآلة ، حيث يمكن الحصول على تغيير الجهد من صفر إلى أقصى قيمة مقننة للآلة.

لأنهم دائرتين منفصلات

لأنه جهد المخرج الواصل للحمل يعتمد على سرعة دوران المحرك وتيار المجال فكلما زادت سرعة الدوران والتيار زاد الجهد الواصل للحمل



شكل ٢ -١٤ مولد التغذية المستقلة

معادلات الجهد والتيار:

بتطبيق قانون كيرشوف (Kirechhoff's Law) على دائرة المنتج نحصل على المعادلة الآتية:

$$E_a = V_L + I_a R_a \qquad ٢\square٨$$

حيث V_L هو الجهد على أطراف المنتج (جهد الحمل)، E_a القوة الدافعة الكهربية المتولدة في المنتج وتحسب من المعادلة التالية:

$$E_a = \frac{2p}{2a}\phi Z_a N/60 \qquad ٢\square٩$$

أيضا يمثل I_a تيار المنتج، R_a مقاومة ملفات المنتج، I_L تيار الحمل وهو يساوى تيار المنتج.

$$I_a = I_L \qquad ٢\square١٠$$

نلاحظ أن ما يغير قيمة القوة الدافعة الكهربائية هو سرعة الدوران و قيمة التدفق الذي يعتمد بشكل مباشر على قيمة تيار الفيلد المجال

لذلك أيضاً جهد الحمل يعتمد على قيمة القوة الدافعة الكهربائية بالتالي يتغير بتغير سرعة دوران المولد او تغير التدفق المغناطيسي نتيجة تغير تيار المجال المغذي لملفات المجال في دائرة التغذية المنفصلة

مثال ٢ -٣ مولد تيار مستمر منفصل التغذية، يدور عند سرعة ١٢٠٠ لفه/دقيقة ويغذى حمل ثابت المقاومة بتيار قيمته ٢٠٠ أمبير عند جهد ١٢٥ فولت. احسب تيار الحمل إذا انخفضت السرعة إلى ١٠٠٠ لفة/دقيقة، وباعتبار تيار المجال لم يتغير. علما بأن مقاومة ملفات المنتج ٠,٠٤ أوم.

الحل n_1=١٢٠٠ rpm I_{L1}=٢٠٠ A V_{L1}=١٢٥ V n_2=١٠٠٠ rpm R_a=٠,٠٤ Ω

$E_a \alpha\ n$ as I_f is constant

بما أن تيار المجال لم يتغير
اذا القوة الدافعة الكهربائية
سوف تتغير نتيجة تغير
سرعة الدوران
بالتالي سوف تتغير قيمة
الجهد الواصل للحمل

$E_{a1}=V_{L1}+I_{L1}R_a$

$= ١٢٥+٢٠٠*٠,٠٤=١٣٣$ V

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}}=\frac{n_1}{n_2}$$ نسبة وتناسب

$$\frac{133}{E_{a2}}=\frac{1200}{1000}$$

غير معروف | غير معروفة

$$E_{a2}=\frac{1000*133}{1200}=110.8 \quad V$$

غير معروفة

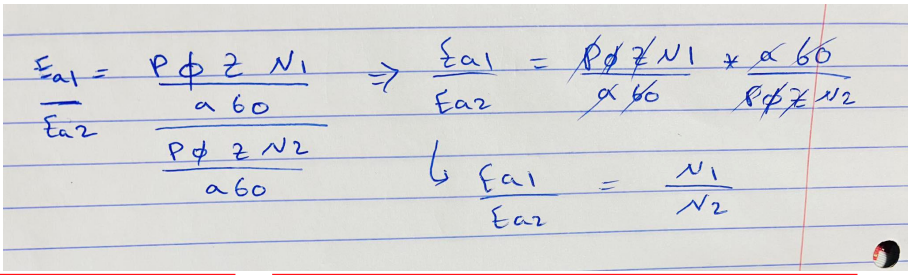
VL2=IL2*RL

$E_{a2}=V_{L2}+I_{L2}R_a=I_{L2}R_L+I_{L2}R_a$

$$R_L=\frac{V_L}{I_L}=\frac{125}{200}=0.625\Omega$$

$١١٠,٨=I_{L2}[٠,٦٢٥+٠,٠٤]=I_{L2}[٠,٦٦٥]$

$$I_{L2}=\frac{110.8}{0.665}=166.62\ Amp.$$



نلاحظ عند انخفاض سرعة الدوران بثبات تيار المجال
انخفاض القوة الدافعة الكهربائية وانخفاض تيار وجهد الحمل

لو طلب كمان كم جهد الحمل بعد ما انخفضت السرعة ل 1000 لفة بالدقيقة ؟
VL2=IL2*RL=166.62*0.625=104.14 V

٢ -٤ -٢ مولدات التغذية الذاتية (Self excited generators)

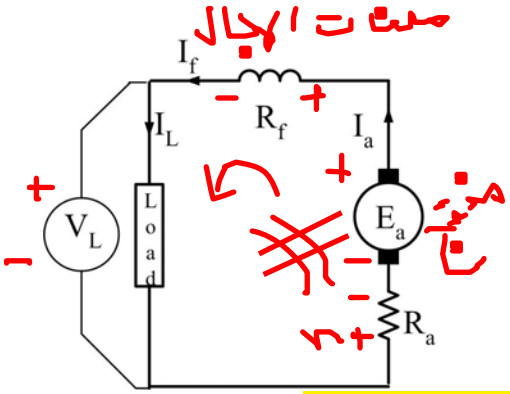
تنقسم التغذية الذاتية تبعا لطريقة توصيل ملفات المجال مع المنتج إلى ثلاثة أنواع:

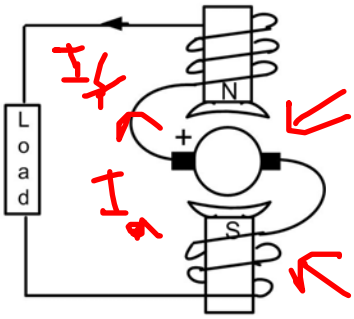
- تغذية توالي (series excitation) وتسمى الآلة في هذه الحالة مولد التوالي
- تغذية توازي (shunt excitation) وتسمى الآلة بمولد التوازي
- تغذية مركبة (compound excitation) وتسمى الآلة في هذه الحالة بالمولد المركب

٢ -٤ -٢ -١ مولد التغذية التوالي (series excited generator)

يتم توصيل ملفات المجال بالتوالي مع ملفات المنتج والحمل كما هو موضح بالشكل ٢ -١٥ .

تتغذى أقطاب هذه المولدات من نفس التيار المستمر من المنتج و تعتمد هذه الطريقة في تغذية ملفات الأقطاب على المغناطيسية المتبقية الموجودة في الأقطاب نفسها نظرا لان هذه الأقطاب تصنع من معادن مغناطيسية تحتفظ بالمغناطيسية لمدة طويلة، فعندما تدور الآلة المحركة ويدور معها المنتج تقطع موصلات المنتج خطوط المغناطيسية المتبقية و على هذا يستنتج جهد ضعيف يتناسب مع عدد الخطوط المغناطيسية الموجودة، ويعمل على مرور تيار صغير في ملفات الأقطاب فيعمل على توليد خطوط قوى مغناطيسية جديدة تضاف الى الخطوط التي كانت متبقية فتزداد قيمة الجهد المستنتج و تزداد بالتالي قيمة التيار المار بملفات الأقطاب وتزداد شدة المجال حتى يصل تيار ملفات الأقطاب إلى القيمة اللازمة لإيجاد حالة التشبع المغناطيسي .





شكل ٢ -١٥ مولد التغذية التوالي

مولدات ذاتية التغذية
ملفات المجال يتم تغذيتها بتيار من نفس المولد, التيار اللي طالع من المنتج هو نفسه اللي بغذي ملفات المجال

معادلات الجهد والتيار:

$$E_a = V_L + I_a(R_a + R_f) \qquad ٢\square١١$$

$$I_a = I_L = I_f \qquad ٢\square١٢$$

مثال ٢ -٤ مولد تيار مستمر توالي ، عدد أقطابه ٤ والقدرة المقننة ١٥ كيلو وات عند جهد ١٢٥ فولت وسرعة دوران ١١٥٠ لفه/دقيقة. مقاومة ملفات المجال ١٥, أوم ومقاومة ملفات المنتج ٢٤, أوم. احسب الجهد على أطراف المولد عندما يدور بسرعة ١٢٠٠ لفة/دقيقة ويغذى الحمل بتيار قيمته ١٢٥ أمبير. علما بأن المجال المغناطيسي قد ارتفع بنسبة ٣٠٪.

VL2

بمعنى التدفق الجديد = التدفق القديم +التدفق القديم*0.3

القدرة والجهد يقصد بها دائما على اطراف المولد للحمل

الحل

P_{out}=١٥Kw $V_{L١}$=١٢٥ V $n_١$=١١٥٠ rpm R_f=٠,١٥Ω R_a=٠,٢٤Ω $n_٢$=١٢٠٠rpm $I_{L٢}$=١٢٥ A

$\Phi_٢ = ١,٣\Phi_١$

في هذا النوع من المولدات تتصل ملفات المجال حول(الأقطاب) بالتوالي مع ملفات المنتج و الدائرة الخارجية و بذلك يمر تيار الحمل عن طريق ملفات المجال من اجل هذا يجب أن تكون مقاومة ملفات الأقطاب صغيرة لكي تكون الطاقة المفقودة فيها صغيرة

$$I_{L1} = \frac{P_{out}}{V_{L1}} = \frac{15*10^3}{125} = 120 \quad Amp.$$

$E_{a١}=V_{L١}+I_{L١}R_f+I_aR_a=V_{L١}+I_{L١}[R_f+R_a]$ as $I_L=I_a$

$E_{a١}=١٢٥+١٢٠[٠,١٥+٠,٢٤]=١٧١,٨$ V

نلاحظ من القانون أن ما يغير قيمة القوة الدافعة الكهربائية هو قيمة التدفق او الفيض المغناطيسي الذي يعتمد على تيار المجال والذي يساوي بهذا النوع من المولدات تيار المنتج ويعتمد على سرعة الدوران
وبهذا المثال لقد تم تغيير الاثنان معا سرعة الدوران وقيمة الفيض بتغيير تيار المنتج نفسه تيار الحمل ونفسه تيار المجال

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}} = \frac{\phi_1 n_1}{\phi_2 n_2}$$

$$E_{a2} = \frac{\phi_2 n_2 E_{a1}}{\phi_1 n_1} = \frac{1.3\phi_1 * 1200 * 171.8}{\phi_1 * 1150} = 233.05 \quad V$$

$E_{a٢}=V_{L٢}+I_{L٢}R_f+I_aR_a=V_{L٢}+I_{L٢}[R_f+R_a]$

$V_{L٢}=E_{a٢}-I_{L٢}[R_f+R_a]=٢٣٣,٠٥-١٢٥[٠,١٥+٠,٢٤]=١٨٤,٣$ volt

٢ -٤ -٢ -٢ مولدات التغذية التوازي (Shunt excited generators)

في هذه الحالة يتم توصيل ملفات المجال بالتوازي مع ملفات المنتج كما هو مبين بالشكل ٢ -١٦.
ويجب مراعاة أن مقاومة ملفات المجال المستخدمة تكون كبيرة حيث يقع عليها الجهد المتولد على أطراف المنتج، مع ملاحظة أن قيمة المقاومة تحدد عند تصميم الآلة، وذلك على عكس آلات التوالي حيث تكون ملفات التوالي صغيرة وعدد لفتها أقل.

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

معادلات الجهد والتيار:

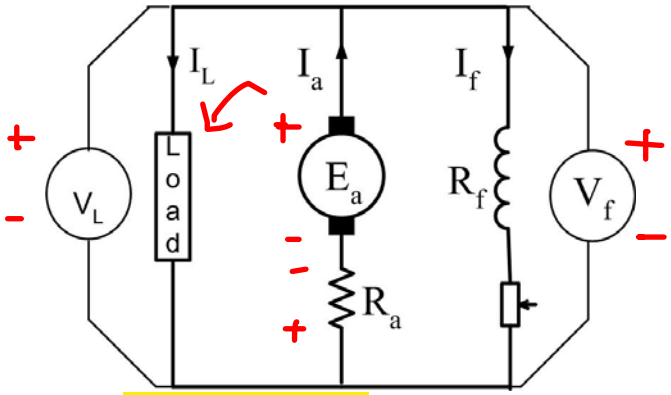
٢-١٣ $E_a = V_L + I_a R_a$

٢-١٤ $V_f = V_L = I_f R_f$

٢-١٥ $I_a = I_L + I_f$

وعادة يتراوح تيار المجال في آلات التوازي من ١٪ إلى ٥٪ من قيمة تيار المنتج، حيث تكون القيمة العليا للآلات الصغيرة القدرة.

مقاومة ملف المجال في مولد التوالي يصنع من مساحة مقطع كبيرة وعدد لفات قليلة
اذا قيمة مقاومة ملف التوالي صغيرة
لتقليل الخسارة في تيار المنتج او تيار الحمل او التيار المغذي لملفات المجال



مقاومة ملف المجال في مولد التوازي يصنع من مساحة مقطع صغيرة وعدد لفات كبيرة
اذا قيمة مقاومة التوازي كبيرة حتى يتحمل قيمة الجهد المتولد على اطراف المنتج

شكل ٢ -١٦ مولد التغذية التوازي

مثال ٢ -٥ مولد توازي يغذى حمل بتيار قيمته ٣٥٠ أمبير عند جهد مقداره ٢٤٠ فولت ، فإذا كانت مقاومة ملفات المنتج والمجال على الترتيب هي ٠,٠٢ أوم و ٥٥ أوم. احسب القوة الدافعة المتولدة.

الحل I_L=٣٥٠ A V_L=٢٤٠ V R_a=٠,٠٢Ω R_f=٥٥Ω

$$I_f = \frac{V_f}{R_f} = \frac{V_L}{R_f} = \frac{240}{55} = 4.36 \quad Amp$$

$I_a = I_L + I_f$=٣٥٠+٤,٣٦=٣٥٤,٣٦ Amp

$E_a=V_L+I_aR_a$=٢٤٠+٣٥٤,٣٦*٠,٠٢=٢٤٧,١ V

مثال ٢ -٦ مولد تيار مستمر التوازي ملفوف لفا انطباقيا وعدد موصلات المنتج ٥٠٠ موصل، مقاومة ملفات المنتج ٠,٠١ أوم ومقاومة ملفات المجال ٩٥أوم، يغذى ٢٠٠ لمبة قدرة كل منها ٦٠ وات عند جهد ١٢٠ فولت. أوجد سرعة دوران المولد إذا كان الفيض المغناطيسي لكل قطب ٠,٠٢ ويبر.

الحل

٢p=٢a [lap winding] Z_a=٥٠٠ R_a=٠,٠١Ω R_f=٩٥Ω P_{out}=٢٠٠*٦٠=١٢٠٠٠W V_L=١٢٠ V Φ=٠,٠٢ wb/pole

تحدثنا سابقاً
باللف الانطباقي يكون عدد المسارات المتوازية يساوي عدد الأقطاب

$P_{out}=V_L*I_L$

$$I_L=\frac{P_{out}}{V_L}=\frac{200*60}{120}=100\ A$$

$$I_f=\frac{V_f}{R_f}=\frac{120}{95}=1.26\ A$$

$I_a=I_L+I_f$=١٠٠+١,٢٦=١٠١,٢٦ A

$E_a=V_L+I_aR_a$=١٢٠+١٠١,٢٦*٠,٠١=١٢١,٠١ V

$$E_a=\frac{2p}{2a}\phi Z_a n/60$$

$$121.01=\frac{2p}{2p}*0.02*500*n/60$$

n=١٢١,٠١*٦٠/(٠,٠٢*٥٠٠)=٧٢٦ rpm

٢ -٤ -٢ -٣ مولدات التغذية المركبة (Compound excited generators)

تحتوي المولدات ذات التغذية المركبة على ملفات التوالي وملفات التوازي معا، وتوصل ملفات التوالي مع المنتج بحيث إن تعطى إما قوة دافعة مغناطيسية في نفس اتجاه القوة الدافعة المغناطيسية المتولدة من ملفات التوازي، وتسمى طريقة التوصيل في هذه الحالة بالتوصيل التراكمي (cumulative compound) أو توصل بحيث تنتج قوة دافعة مغناطيسية مضادة للمتولدة من ملفات التوازي، وتسمى طريقة التوصيل في هذه الحالة بالتوصيل الفرقى (differential compound).

في الآلات المركبة، توصل ملفات التوازي إما مباشرة مع أطراف المنتج وتسمى طريقة التوصيل بالتوصيل التوازي القصير (short-shunt)، أو توصل ملفات التوازي عبر الأطراف للدائرة الخارجية (المنتج مع ملفات التوالي) وتسمى طريقة التوصيل بالتوصيل التوازي الطويل (long-shunt)، والطريقة الأولى