بسم الله الرحمن الرحيم

هذه مقدمة لكتابي منظومة تغيير الذبذبة الكهربائية سائلا المولى عز وجل أن ينفع بها المختصين في شتى المجالات ولا تنسونا من صالح الدعاء

المجلة التقنية الالكترونية م صالح سعيد بوحليقة

مهندس صالح سعيد بوحليقة

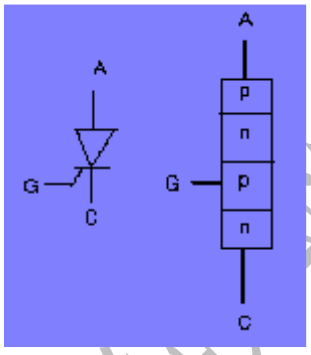
محطة كهرباء الزويتينة الغازية - ليبيا

Email-zwuitina@yahoo.com

نظام بدء الحركة في المحطات الغازية SFC

STATIC FREQUENCY CONVERTER مغير الذبذبة الثابت وهو عبارة عن منظومة متكاملة وضيفتها تشغيل المولد كمحرك في بداية تشغيل التربينة الغازية وهو يعتمد في نظرية عمله على تحويل التيار المتغير إلى تيار مستمر عن طريق ثايرسترات ومن ثم تحويل التيار المستمر إلى تيار متغير وذلك بفتح وغلق الثايرسترات تدريجيا لكي نحصل على تغير في الذبذبة تدريجيا حتى يتم تعجيل سرعة المولد تدريجيا ولشرح ذلك يجب معرفة خصائص الثايرستر واستخداماته

يعتبر الثايرستر أقدم عنصر من عناصر أشباه الموصلات حيث تم تصنيعه لأول مرة في عام 1957 وهو أكثر العناصر استعمالا في دوائر القوى ويتكون الثايرستر من أربع طبقات من السليكون مرتبة على شكل P-N-P-N وله ثلاثة إطراف المصعد أو الأنود ANOD والمهبط أو الكاثود CATHODE والبوابة GATE وهو الطرف المتصل بالطبقة القريبة من المهبط



حالات الثايرستر

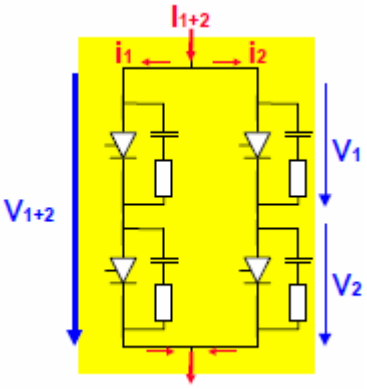
للثايرستر حالتان أما إن يكون انحياز امامي اى إن الجهد عند المصعد يكون موجب بالمقارنة مع جهد المهبط وإما إن يكون انحياز عكسي اى إن الجهد عند المصعد يكون سالب بالمقارنة مع جهد المهبط

وتتلخص نظرية عمل الثايرستر بأنه عندما يكون الثايرستر انحياز امامي والجهد عند البوابة يساوى صفر يكون الثايرستر في حالة إغلاق وإما إذ كان جهد البوابة يساوى v5 فان الثايرستر يكون في حالة توصيل ولا يوجد فرق جهد بين المصعد و المهبط وتسمى هذه الحالة بحالة قدح الثايرستر وعندها يتم مرور تيار من الأنود إلى الكاثود حيث تكون مقاومة الثايرستر صغيرة جدا.

ويتم أبقاف أو غلق الثايرستر عندما تصل الموجة السالبة أو يتم إيقاف الثايرستر قصري عن طريق توصيلة بمكثف ويكون تيار المكثف في عكس اتجاه الثايرستر.

والجدير بالذكر إن الزمن الأزم لنقل الثايرستر من حالة الغلق إلى حالة التوصيل لا يتجاوز الميكرو ثانية إما في الثايرستر البطئ فيصل الزمن من µs5 إلى µs100 .

الشكل أدناه يبين المكونات الأساسية للثايرستور

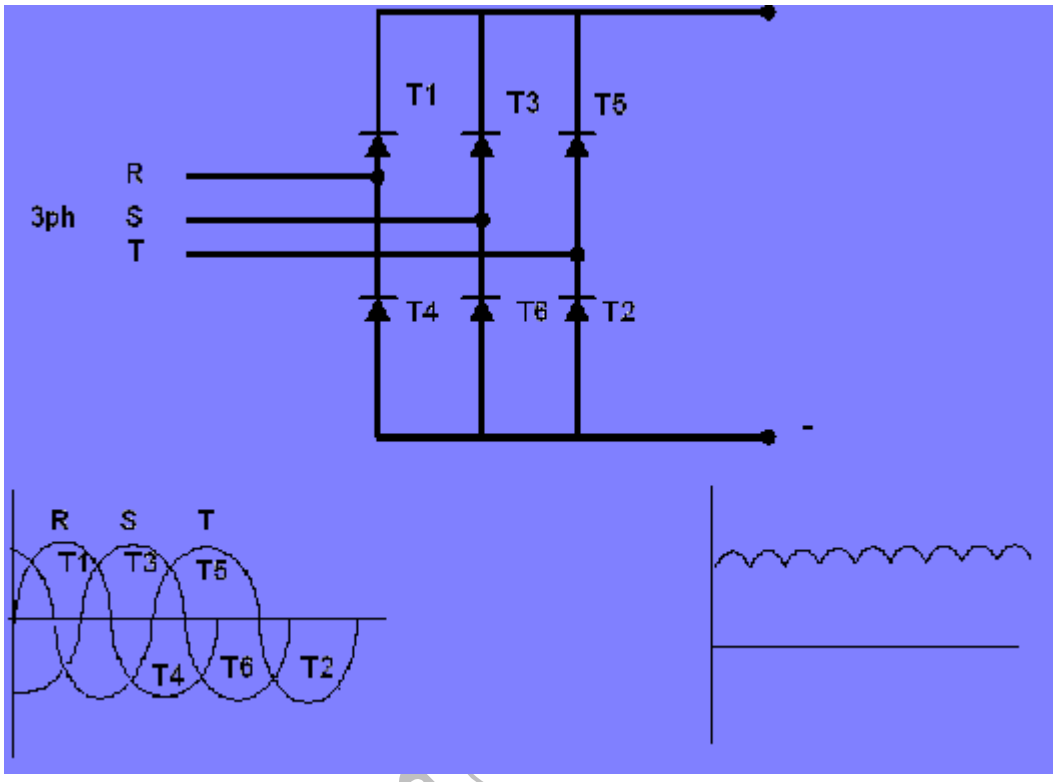


ويعتمد نظام أل SFC كليا على الثايرستر حيث يتم تحويل التيار المتغير AC إلى تيار مستمر DC ثم إلى متغير AC في مرحلتان

DC-AC وتسمى CONVERTER

AC-DC وتسمى INVERTER

تحويل التيار المتغير إلى تيار مستمر DC-AC



كما نلاحظ في الشكل أعلاه يتم ربط عدد 2 ثايرستر على كل طور من الأطوار الثلاثة احد هما انحياز امامى لتحويل نصف الموجة الموجبة والثاني انحياز عكسي لتحويل نصف الموجة السالبة لنحصل على تيار مستمر ذو قطبين سالب وموجب ويتم استخدام الثايرستر دون استخدام الدايود وذلك ليتم التحكم في الجهد للحصول على عزم عالي عند بداية التشغيل وفى المعادلة التالية نلاحظ إن

$$V= 4.44*N*F$$
$$K*\Phi*$$

N ثابت

K ثابت

من المعادلة لجعل التدفق المغناطيسي Φ ثابت وذالك للحصول على عزم عالي يجب إن نجعل التردد والجهد متغيرين وهو النسبة KΦ

$$V/F =K\Phi$$

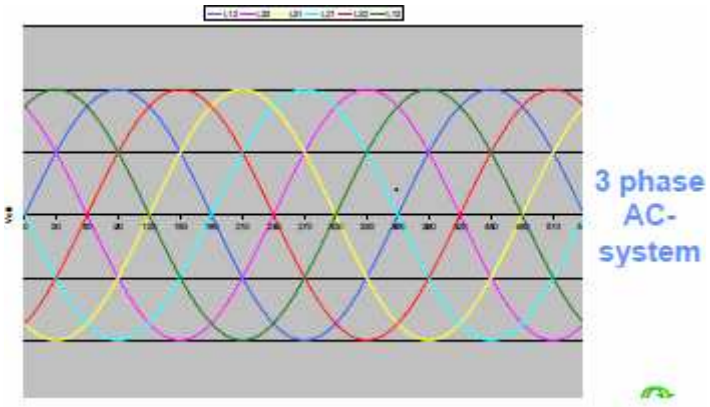
حيث يتم التحكم في الجهد عن طريق قدح وإطفاء الثايرستر عند زاوية معينة من نصف الموجة وتسمى α حيث متوسط الجهد يساوى

$$Vavr = 3vml/2\pi * \cos \alpha$$

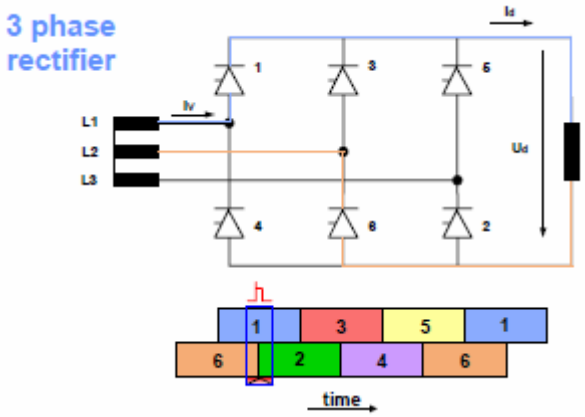
بحيث كل ما كانت α كبيرة كلما قل الجهد

ويتم وضع مصفى filter وذلك لتنعيم التيار المستمر ولتغلب على التوافقيات

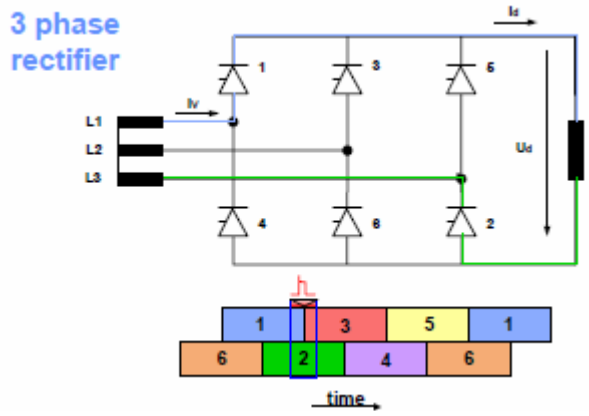
الشكل أدناه يوضح موجة التيار المتردد ثلاثي الطور



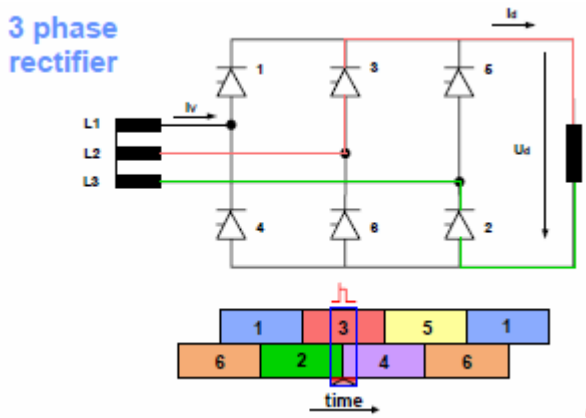
الشكل أدناه يبين عمل الثايرستور إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر ومن خلال تمييز الألوان نلاحظ عمل الثايرستور رقم 1 بانحياز إمامي (+) والثايرستور رقم 6 بانحياز عكسي (-)



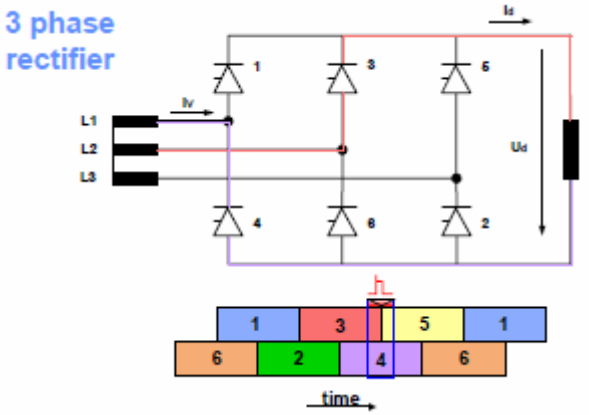
الشكل أدناه يبين عمل الثايرستور إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر ومن خلال تمييز الألوان نلاحظ عمل الثايرستور رقم 1 بانحياز إمامي (+) والثايرستور رقم 2 بانحياز عكسي (-)



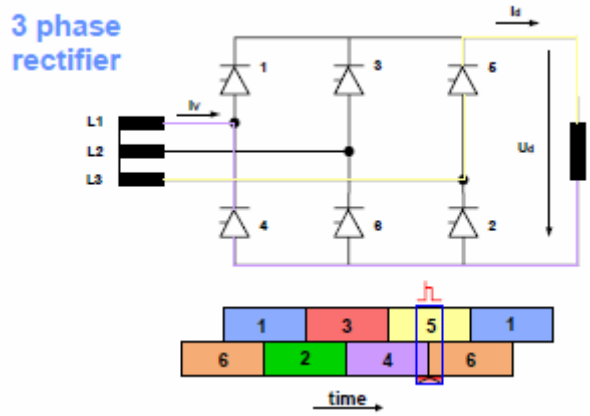
الشكل أدناه يبين عمل الثايرستور إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر ومن خلال تمييز الألوان نلاحظ عمل الثايرستور رقم 3 بانحياز إمامي (+) والثايرستور رقم 2 بانحياز عكسي (-)



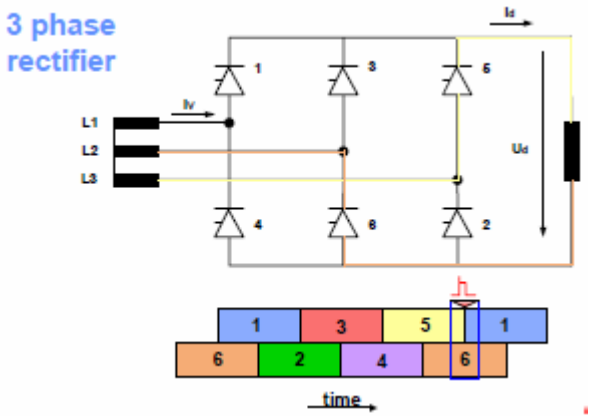
الشكل أدناه يبين عمل الثايرستور إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر ومن خلال تمييز الألوان نلاحظ عمل الثايرستور رقم 3 بانحياز إمامي (+) والثايرستور رقم 4 بانحياز عكسي (-)



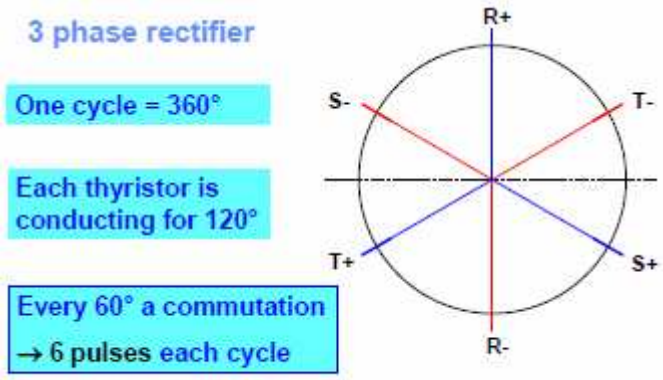
الشكل أدناه يبين عمل الثايرستور إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر ومن خلال تمييز الألوان نلاحظ عمل الثايرستور رقم 5 بانحياز إمامي (+) والثايرستور رقم 4 بانحياز عكسي (-)



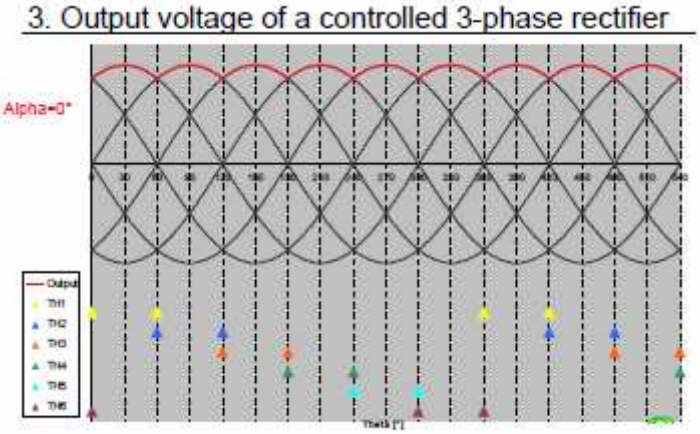
الشكل أدناه يبين عمل الثايرستور إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر ومن خلال تمييز الألوان نلاحظ عمل الثايرستور رقم 5 بانحياز إمامي (+) والثايرستور رقم 6 بانحياز عكسي (-)



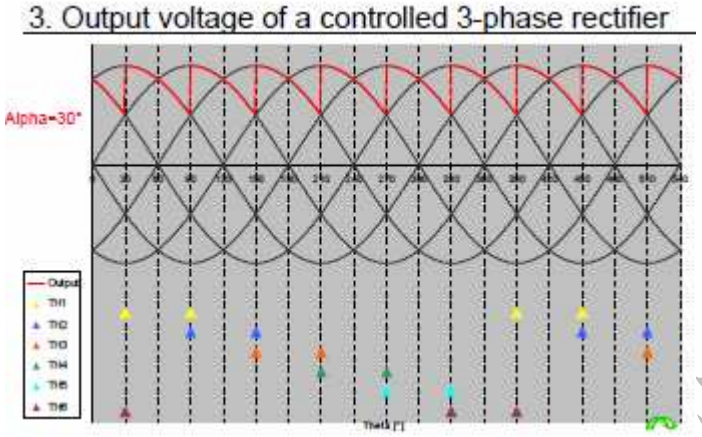
الشكل أدناه يبين عمل الثايرستور إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر حيث نلاحظ تقسيم الموجة الجيبية بزاوية 60 درجة إلى 6 أقسام كل طور باتجاه موجة وسالب



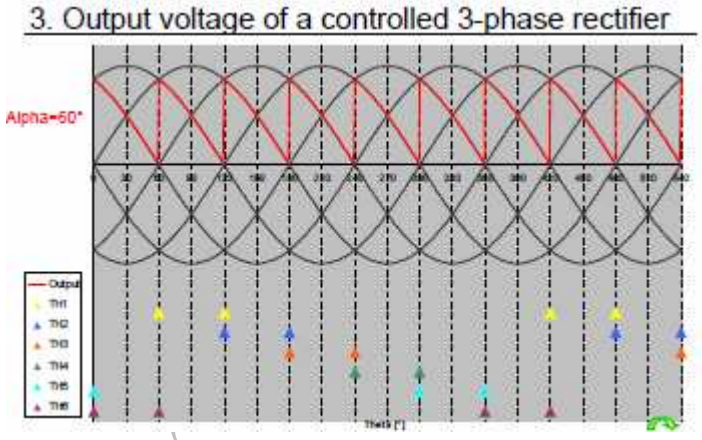
الشكل أدناه يبين الموجة الجيبية إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر حيث نلاحظ عمل الثايرستور عند كل زاوية كما يبين إن الزاوية Φ تساوى صفر وعندها يكون الجهد اكبر ما يمكن



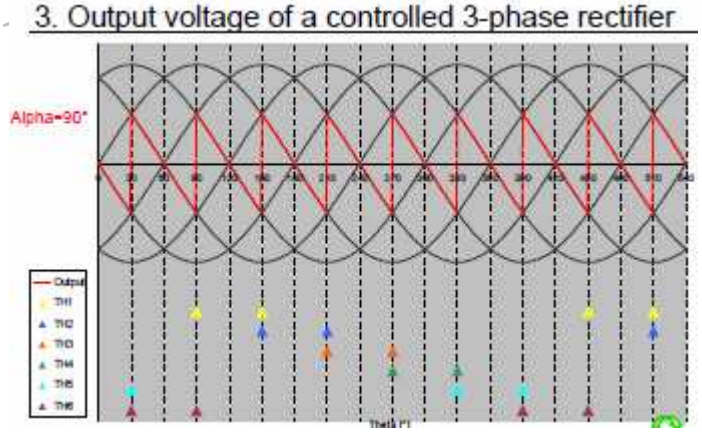
الشكل أدناه يبين الموجة الجيبية إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر حيث نلاحظ عمل الثايرستور عند كل زاوية كما يبين إن الزاوية Φ تساوى 30 درجة وعندها تكون قيمة الجهد 75% من الجهد الكلى



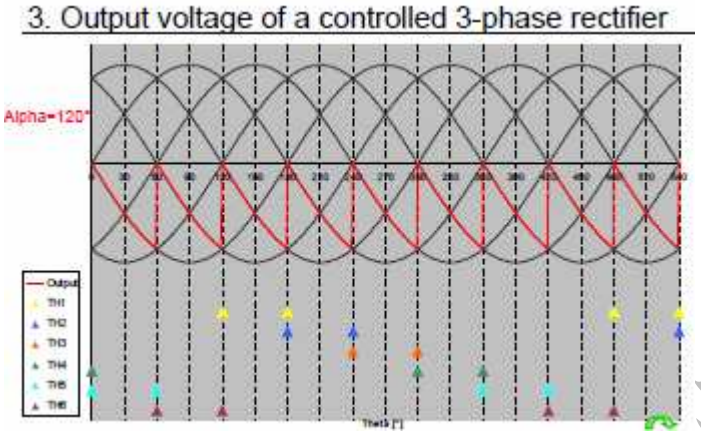
الشكل أدناه يبين الموجة الجيبية إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر حيث نلاحظ عمل الثايرستور عند كل زاوية كما يبين إن الزاوية Φ تساوى 60 درجة وعندها تكون قيمة الجهد 50% من الجهد الكلى



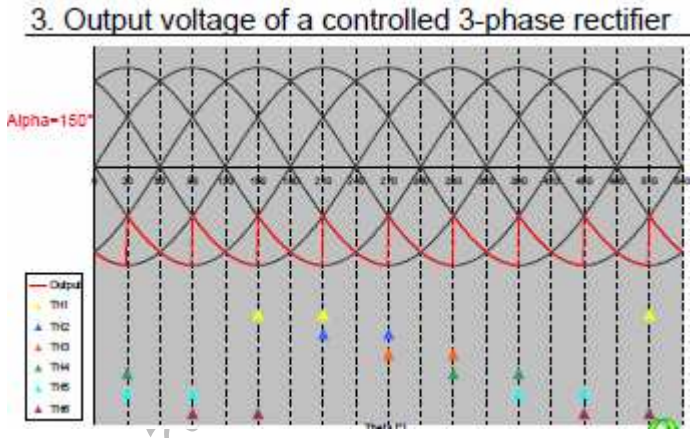
الشكل أدناه يبين الموجة الجيبية إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر حيث نلاحظ عمل الثايرستور عند كل زاوية كما يبين إن الزاوية Φ تساوى 90 درجة وعندها تكون قيمة الجهد صفر



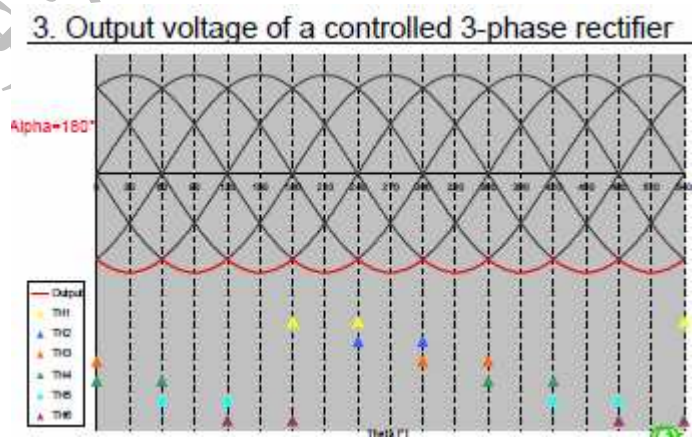
الشكل أدناه يبين الموجة الجيبية إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر حيث نلاحظ عمل الثايرستور عند كل زاوية كما يبين إن الزاوية Φ تساوى 120 درجة وعندها تكون قيمة الجهد 50%- من الجهد الكلى



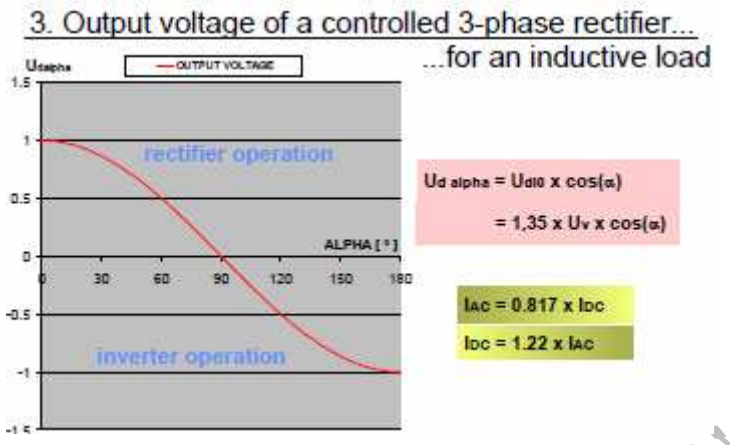
الشكل أدناه يبين الموجة الجيبية إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر حيث نلاحظ عمل الثايرستور عند كل زاوية كما يبين إن الزاوية Φ تساوى 150 درجة وعندها تكون قيمة الجهد 75%- من الجهد الكلى



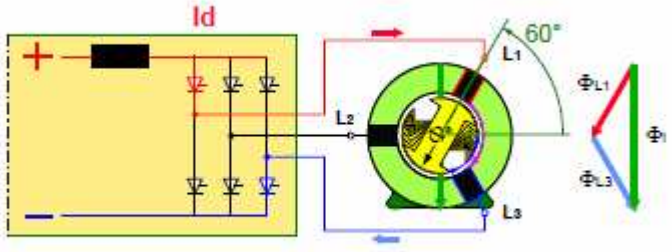
الشكل أدناه يبين الموجة الجيبية إثناء تحويل التيار المتردد إلى مستمر حيث نلاحظ عمل الثايرستور عند كل زاوية كما يبين إن الزاوية Φ تساوى 180 درجة وعندها تكون قيمة الجهد 100%- من الجهد الكلى



الشكل أدناه يبين التغير في قيمة الجهد مع تغيير قيمة الزاوية Φ



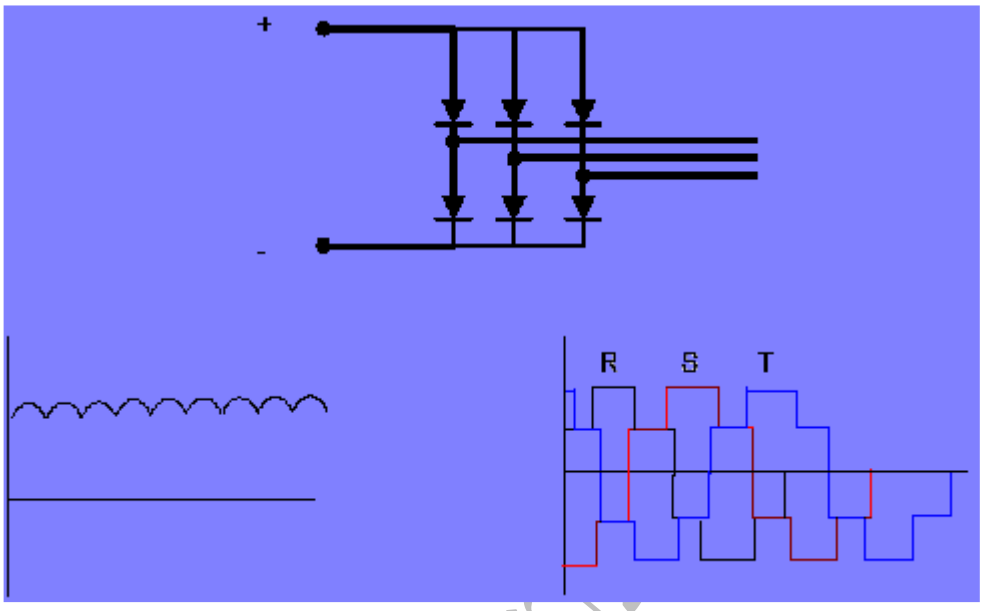
الشكل أدناه يبين قيمة الزاوية Φ عند عمل مغير الذبذبة وتوصيلة بمحرك ثلاثي الطور



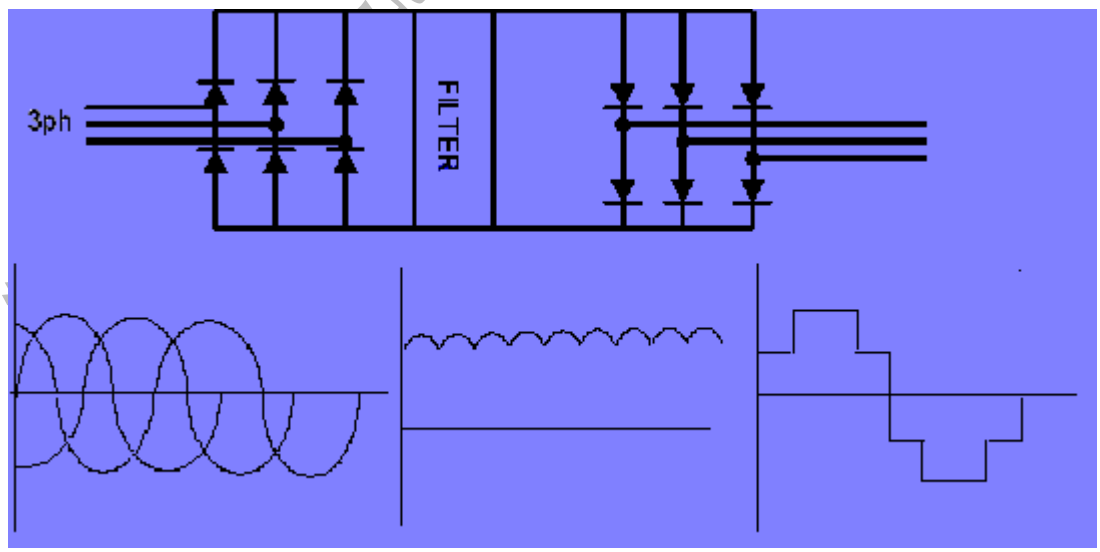
و كل ما تقدم يبين الفكرة الأساسية لعمل الثايرستور في أنظمة تغيير الذبذبة من التيار المتغير إلى مستمر والعكس

المحاضرات
صالح سعيد بوجلطة

تحويل التيار المستمر إلى متغير AC-DC

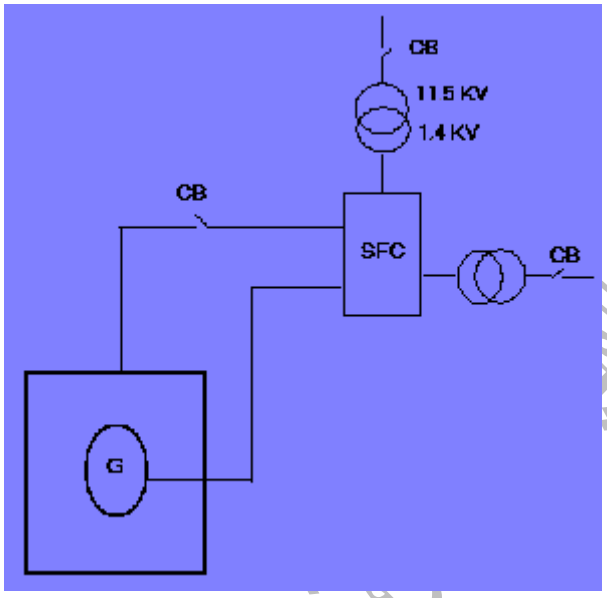


من الرسم أعلاه نلاحظ إن هذه الخطوة عكس الخطوة السابقة حيث يتم ربط عدد 2 ثايرستر لكل طور بحيث يتم تحويل التيار المستمر إلى متغير عن طريق فتح وغلق الثايرستر وتعتمد قيمة التردد على عدد مرات الغلق والفتح في الثانية .
ونظرا لان عمل الثايرستر كمفتاح كهربائي فان عند الغلق والتوصيل يحدث ارتفاع في الجهد بين طرفي الثايرستر ولتغلب على هذه المشكلة يتم وضع دائرة تثبيت الجهد وهى عبارة عن دايودين موصلات توالى ومكثف ومقاومة.
والشكل التالي يوضح مراحل عمل SFC الثلاثة حالة التيار المتردد AC ثم المستمر DC ثم المتردد AC



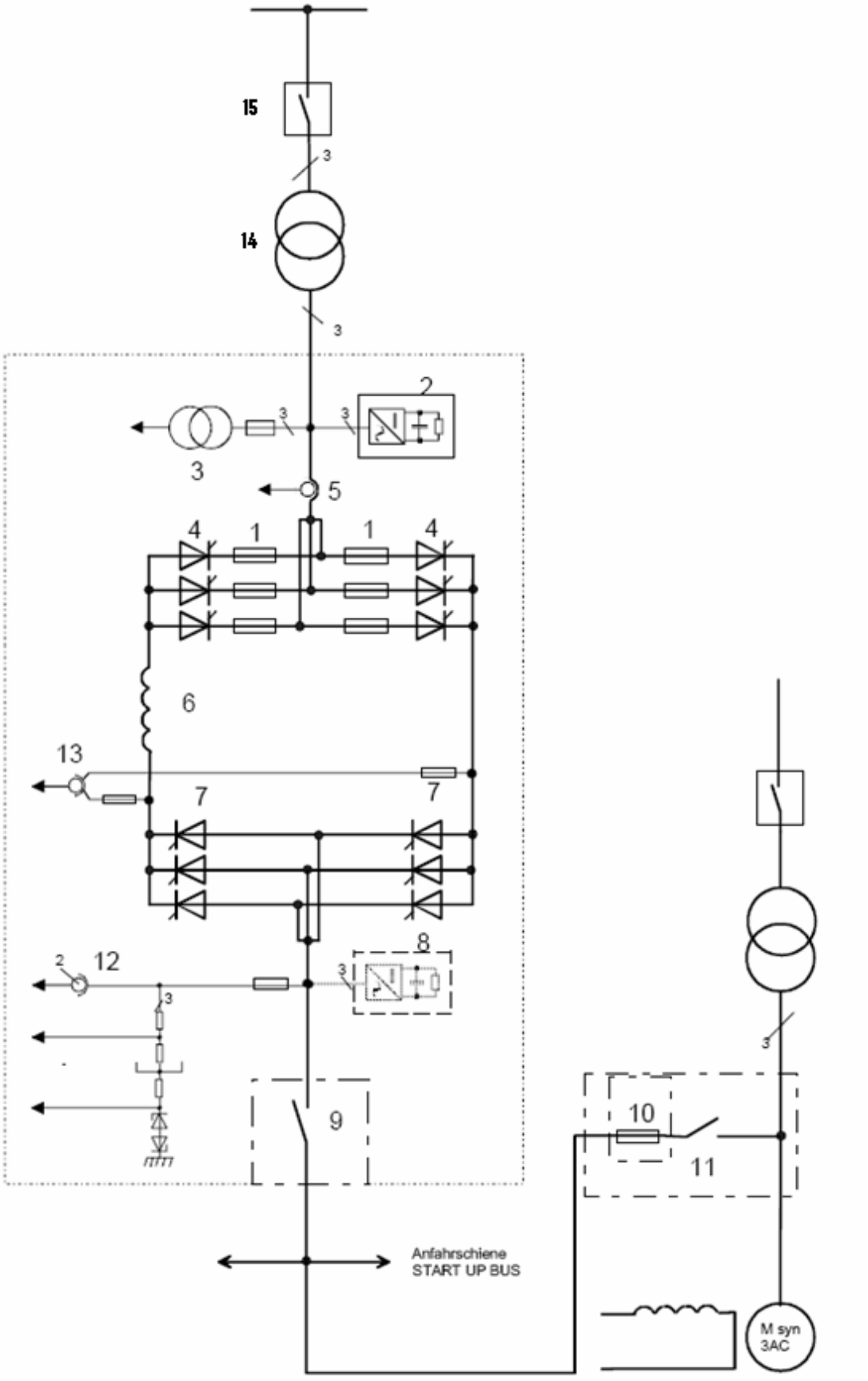
تغذية عمود المولد

يتم ربط خرج أل SFC بالملفات الثابتة للمولد ويتم تغذية الملفات المتحركة للمولد بمصدر جهد 450V و 400A وذلك عن طريق RECTIFIER يتم تحويل 6.6KVAC إلى 450VDC لتغذية الملفات المتحركة عن طريق فرش كربونية يتم توصيلها بالعضو الدوار للمولد كما هو موضح في الرسم أدناه .



المجلة الإلكترونية م صالح سعيد بوحلية

Static Frequency Converter D3.1 SFC



الشكل اعلاه يبين المخطط العام للمنظومة SFC من نوع CONVER TEAM D3.1
وبالرجوع الى المخطط نلاحظ ان المنظومة تتكون من

1. منصهرات الخاصة بحماية المنظومة
2. منظومة تثبيت الجهد
3. محول قياس الجهد الخاص بمنظم الجهد
4. مغير الجهد من المتغير الى المستمر
5. محول تيار لقياس التيار
6. مفاعلة لتنعيم الجهد
7. مغير الجهد من المستمر الى المتغير
8. مثبت الجهد بعد المغير
9. سكينة عزل المنظومة
10. منصهرات حماية المولد
11. سكينة ربط الملفات الثابتة للمولد مع المنظومة
12. محول جهد لقياس الجهد فى المنظومة
13. قياس الجهد المستمر
14. محول خافظ لتخفيض الجهد من 6.6KV الى 2KV
15. قاطع الدائرة الخاص بالمحول الخافظ

عمل المنظومة

يتم تحويل الجهد المتوسط 6.6KV إلى جهد 2KV ومن ثم يتم تغيير التيار من المتغير AC إلى المستمر DC بواسطة منظومة الثايرسترات ثم يتم تنعيم الجهد المستمر بواسطة مفاعله حثيه Reactor ثم يتم تغيير الجهد إلى الجهد المترددAC بواسطة منظومة ثايرسترات

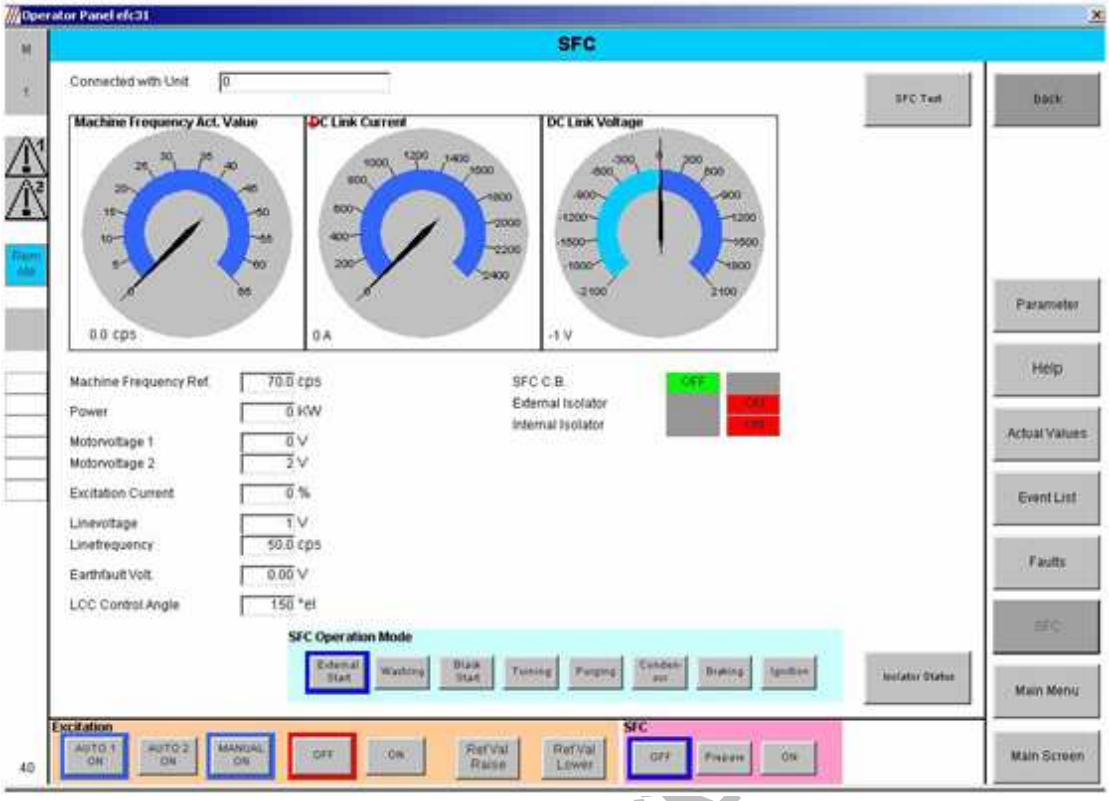
عند تشغيل التربينة الغازية يتم تشغيل منظومة تبريد المولد ومنظومة تبريد إل SFC ومن ثم يتم غلق القاطع الخاص بمحول تخفيض الجهد 15 ثم يتم غلق سكينة عزل المنظومة 9 ثم يتم غلق سكينة تغذية الملفات الثابتة للمولد 11 ثم غلق قاطع التحريض لتغذية العمود ومن ثم يتم قدح الثايرسترات وزيادة الجهد والتردد تدريجيا ليتم زيادة السرعة تدريجيا إلى إن تصل التربينة إلى سرعة 2250 RPM عندها يتم إيقاف قدح الثايرسترات وفتح سكينة تغذية الملفات الثابتة للمولد 11 ثم فتح سكينة عزل المنظومة 9 وفتح قاطع التحريض ثم فتح قاطع المحول 15 وبعد 5 دقائق يتم إيقاف منظومة التبريد

المهندس الكترونيات صالح سعيد بوحليقة

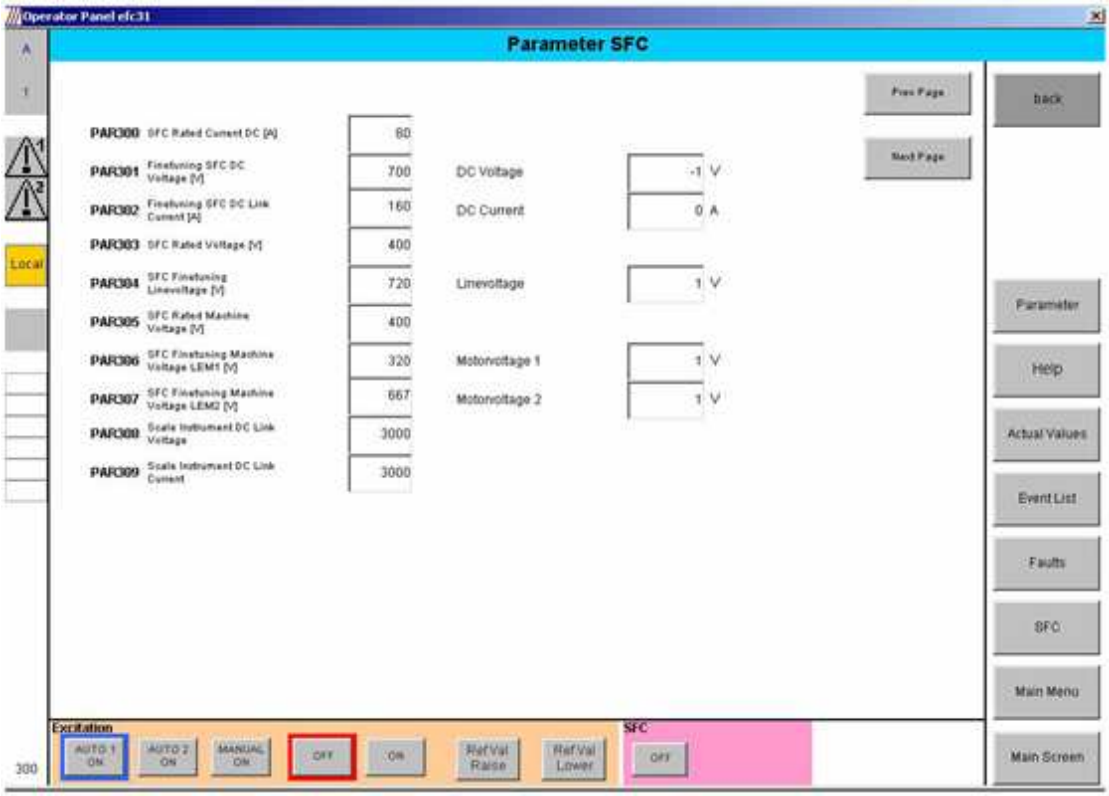
الشكل أعلاه يبين المنظومة بجميع مكوناتها منظومة التحريض ومنظومة SFC
ويتم التحكم في SFC بواسطة منظومة التحكم من نوع SEMIPOL D3.1 الخاصة بمنظومة تحريض المولد
ومن القائمة الموجودة على يمين الصفحة يتم اختيار صفحة التحكم في إل SFC وذالك بالنقر على الزر SFC
و الشكل المبين أدناه يوضح صفحة التحكم في إل SFC حيث يمكن تشغيل وإيقاف واختبار المنظومة وأيضا
تبين الصفحة قيم الجهد المنظومة والتيار والتردد وقيم القدرة وتيار التحريض
كما يمكن اختيار حالة تشغيل المنظومة مثل
Washing حالة تشغيل المنظومة للغسيل الضاغط
Turning حالة تشغيل المنظومة لتدوير التربينة
Purging حالة تشغيل المنظومة لطرد الأوساخ من التربينة
كما يمكن التحكم في تشغيل وإيقاف وتجهيز المنظومة ودالك عن طريق أزرار التحكم الموجودة في أسفل
الصفحة
ولمعرفة كيفية اختيار تشغيل منظومة التحكم SEMIPOL D3.1 يمكن الرجوع إلى كتابي *منظومة تحريض المولد*

وقايات المنظومة

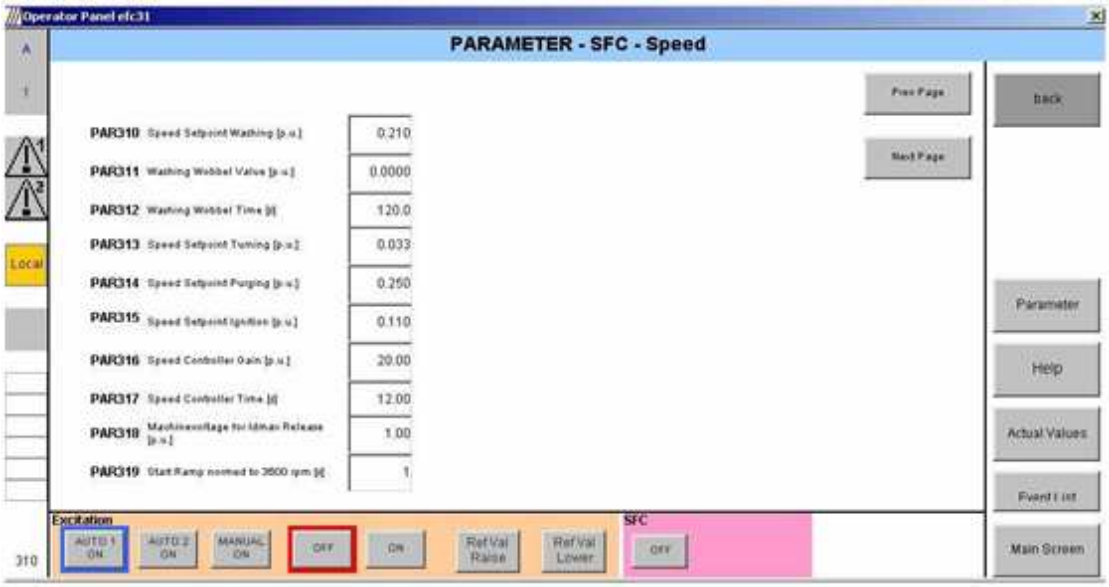
يتم وقاية المولد في حالة تشغيله بمنظومة SFC بالوقاية من زيادة التيار للملفات الثابتة والوقاية من انخفاض
الجهد على إطراف المولد



الشكل أدناه يبين صفحة تعديل المتغيرات الخاصة بالمنظومة



الشكل أدناه صفحة تعديل المتغيرات الخاصة بالتحكم في السرعة للمنظومة



الشكل أدناه صفحة تعديل المتغيرات الخاصة بالتحكم في تيار للمنظومة