بسم الله الرحمن الرحيم

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

المكتبة الفنية الالكترونية م/صالح سعيد بوحليقة

مهندس صالح سعيد بوحليقة

محطة كهرباء الزويتينة الغازية - ليبيا

Email- zwuitina@yahoo.com

منظومة التحريض والتحكم في الجهد للمولد Excitation and AVR System

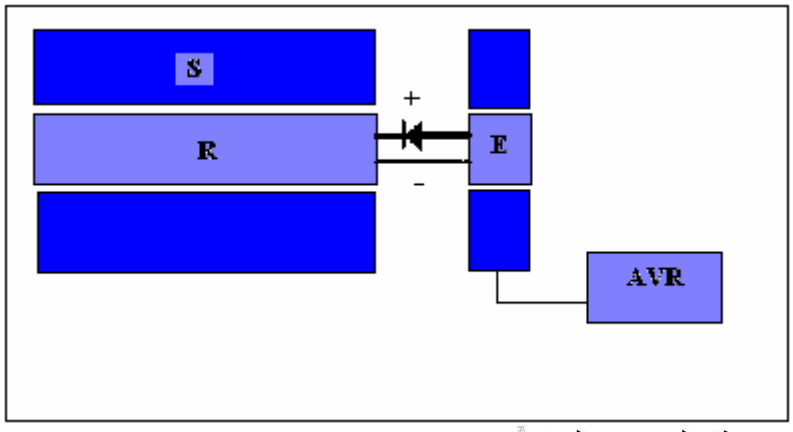
نظام التحريض

ووظيفته تغذية العضو الدوار بالتيار اللازم للإنتاج المجال المغناطيسي الذي يحتاجه المولد لإنتاج القوة الدافعة الكهربائية والتحكم في جهد إثناء تحميل المولد ويوجد نوعين من أنواع التحريض للمولد

- نظام التحريض الدوار
- نظام التحريض الساكن

نظام التحريض الدوار Rotating Excitation

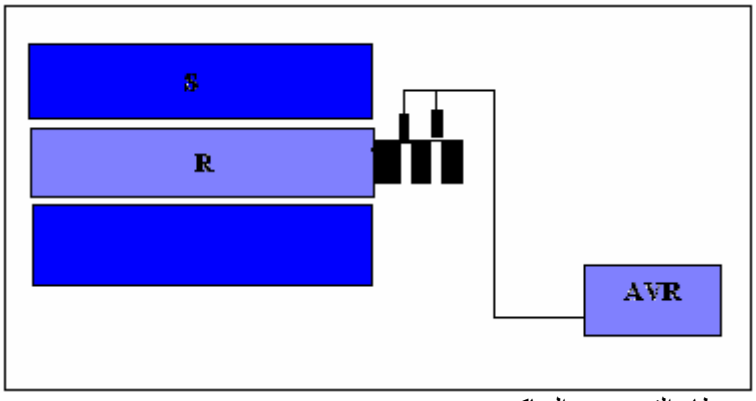
وهو عبارة عن مولد صغير يتم تعدية الملفات الثابتة له بتيار مستمر فيقطع العضو الدوار المجال المغناطيسي المتولد في الملفات الثابتة فيتكون فيه ق.د.ك متغيرة فيتم تحويلها إلى تيار مستمر عن طريق موحدات (ديودات) يتم ربطها مع ملفات العضو الدوار للمولد عن طريق قضبان داخل العضو الدوار .



الشكل أعلاه يوضح نظام التحريض الدوار

نظام التحريض الساكن Static Excitation

وفية يتم تعدية الملفات الثابتة للمولد بالتيار المستمر عن طريق فرش كربونية يتم تثبيتها على العضو الدوار للمولد مع حلقات انزلاق المربوطة مع الملفات ويتم تحويل التيار المتغير إلى تيار مستمر عن طريق RECTIFIER موجود داخل منظم الجهد الأوتوماتيكي AVR .



الشكل أعلاه يوضح نظام التحريض الساكن

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 إلى منظومة التحكم و يتم مراقبة جهد المولد وقياس زاوية الطور وزاوية الحمل للمولد عن طريق مقارنة التيار بالجهد

وتعتمد حساسية واستقرار نظام التحكم في الجهد على نوع نظام التحريض تحريض دوار أو تحريض ساكن وحيث إن التحريض الساكن متصل مباشرا بالعضو الدوار للمولد فان استجابته تكون عالية مقارنتا بالتحريض الدوار وبالمقابل فان التحريض الدوار يكون ذو استقرار عالي وعادتا يكون لنظام التحكم قناتين الأولى أوتوماتيكية والثانية يدوية حيث يتم التحكم في الجهد يدويا

منظومة التحريض الثابتة Static Excitation

منظومة التحريض الثابتة وهى المنظومة التي تستخدم في تحريض المولد من نوع SIEMENS SGEN 5 - 1000A المركبة في محطات التولد لشركة سيمينس الألمانية

مكونات المنظومة

- قاطع دائرة لتغذية المحول MV CB
- محول خافض للجهد من 6.6KV/540V
- منظومة تغيير الجهد من الجهد المتردد إلى المستمر Rectifier
- منظومة التحكم في الجهد Automatic Voltage Regulator AVR
- قاطع دائرة لتحريض المولد Excitation CB
- فرش كربونية Carbon brash
- حلقات انزلاق

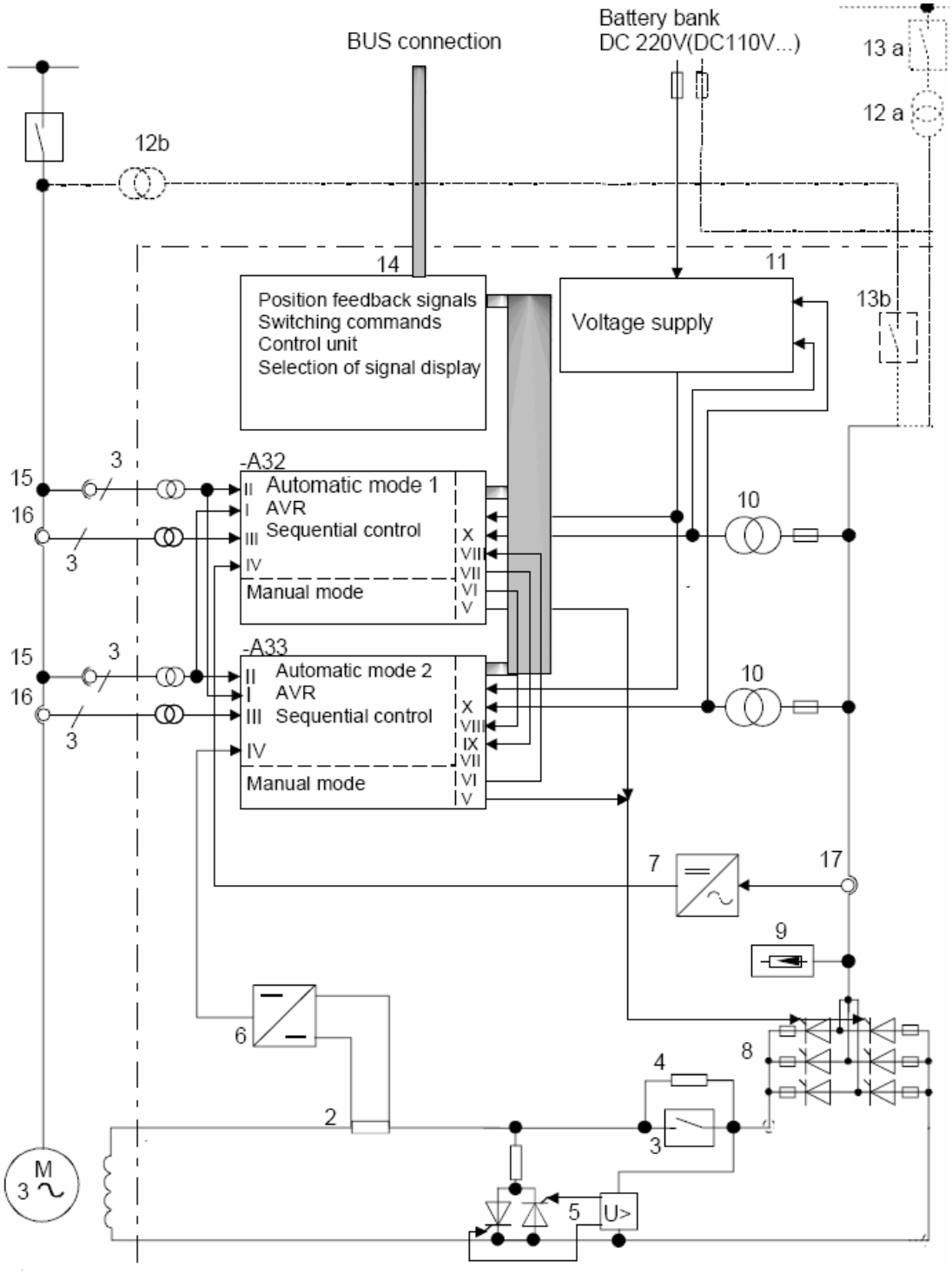
حيث يتم تغذية محول خفض الجهد بجهد 6.6 KV لتخفيض الجهد إلى 540 V ومن ثم تمرير الجهد على منظومة تغيير الجهد Rectifier حيث يتم تغيير الجهد من الجهد المتردد AC إلى الجهد الثابت DC ومن ثم إلى الفرش الكربونية لتغذية عمود المولد حيث يتم التحكم في الجهد عن طريق التحكم في تيار التحريض الشكل أدناه يبين مكونات منظومة التحريض الثابتة من نوع SIEMENS SGEN 5 - 1000A حيث تتكون من الأتي

1. المولد
2. قياس تيار التحريض
3. قاطع التحريض
4. مقاومة إيقاف التحريض
5. الوقاية من ارتفاع الجهد
6. محول القياس لتيار التحريض
7. محول القياس لتيار التحريض لقناه التحكم الأوتوماتيكية
8. الثايرستر المستخدم في تغيير الجهد Rectifier
9. منظومة تنعيم الذبذبة
10. قياس قيمة جهد التحريض
11. تغذية منظومة التحكم بالجهد
12. محول خافض الجهد
13. قاطع الدائرة جهد 6.6KV
14. ناقل الإشارات لربط المنظومة مع منظومة التحكم الرئيسية
15. محول الجهد لقياس جهد المولد
16. محول التيار لقياس تيار المولد
17. محول التيار لقياس تيار التحريض للمولد

A32 قناة التحكم في الجهد الأوتوماتيكية Channel 1 AUTO/ MAN

A33 قناة التحكم في الجهد الأوتوماتيكية Channel 2 AUTO/ MAN

المكتبة الفنية الالكترونية م/ صالح سعيد بو خليفة


BUS connection
Battery bank
DC 220V(DC110V...)
13 a
12 a
12b
14
11
13b
Position feedback signals
Switching commands
Control unit
Selection of signal display
Voltage supply
-A32
Automatic mode 1
AVR
Sequential control
Manual mode
-A33
Automatic mode 2
AVR
Sequential control
Manual mode
15
16
3
10
7
17
9
6
8
4
2
5
U>
M
3

منظومة التحكم في الجهد AVR

وهى من نوع SEMIPOL D3 - SEE 480/2000

مكونات المنظومة

قناة التحكم في الجهد الأوتوماتيكية Channel 1 AUTO

قناة التحكم في الجهد اليدوية Channel 1 MAN

وحدة الربط بين المنظومة ومنظومة التحكم الرئيسية T3000

منظومة تثبيت نظام القدرة Power system stabilizer

قناة التحكم في الجهد الأوتوماتيكية Channel 1 AUTO/ MAN

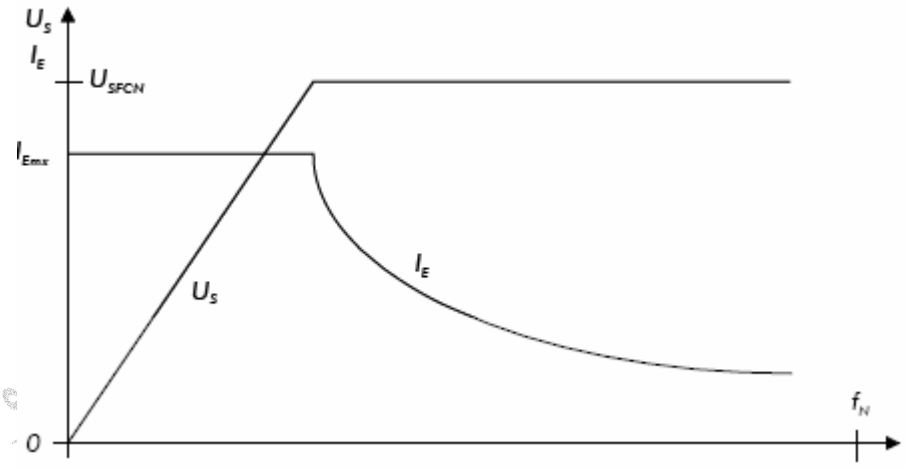
تتكون ألقناه من معالج ووحدات إدخال وإخراج ووحدة ربط مع القناة الثانية ومع منظومة التحكم وتتكون أيضا من محول تيار لقياس تيار التحريض ومحول جهد لقياس جهد التحريض ومحول جهد لقياس جهد المولد ومحول تيار لقياس تيار المولد ومحول قياس لقياس القدرة الفعالة والقدرة الغير فعالة ومعامل القدرة وقيمة التردد للمولد

عمل نظام التحكم

يعتمد نظام التحكم على حاسوب حديث بجميع ميزاته ومزود ببرنامج تشغيل عبارة عن بوابات منطقية وبوابات التحكم مثل PID والذي يتم من خلالها إجراء عملية التحكم في الجهد وتعتمد تعديل قيمة نقطة تحديد الجهد SETPOINT على نقطة تحديد قيمة الجهد للمولد ونقطة تحديد قيمة القدرة غير الفعالة وإشارة التحكم الخاصة بمنظومة تثبيت نظام القدرة PSS حيث تجتمع هذه القيم جميعا لتكوين قيمة المتحكم في الجهد والتي بواسطتها يتم زيادة وتخفيض قيمة تيار التحريض للمولد

عمل منظومة التحريض

عند تشغيل التربينة الغازية يتم استقبال إشارة تشغيل منظومة تحريض المولد من منظومة التحكم الرئيسية T3000 حيث يتم غلق قاطع التحريض فيتم تغذية عمود المولد بالتيار المستمر DC ليتم إنتاج جهد على إطراف المولد وعند إغلاق قاطع التحريض يقوم نظام التحكم بزيادة تيار التحريض عن طريق الثايرستر ويقوم بمراقبة جهد المولد إلى إن تصل قيمة الجهد إلى 20KV عندها يتم تثبيت قيمة تيار التحريض عند هذه القيمة



الشكل أعلاه يبين منحنى تحريض المولد في حالة بدء تشغيل حيث يستغرق تحريض المولد ووصوله إلى الجهد المقنن إلى حوالي S 10 من بداية غلق قاطع الدائرة

عمل منظومة التحريض إثناء تحميل المولد

عند ربط المولد على الشبكة ورفع الحمل ينخفض الجهد على إطراف المولد فيقوم نظام التحكم في الجهد بزيادة تيار التحريض للمولد وذالك لتعويض انخفاض الجهد

وعند تخفيض الحمل على المولد يزيد الجهد على إطراف المولد فيقوم نظام التحكم في تخفيض تيار التحريض للمولد وذالك لتقليص زيادة الجهد

ومما سبق نستطيع القول إن منظومة التحكم في الجهد في حيوية دائمة لمراقبة وتعديل قيمة الجهد على إطراف المولد إثناء تحميله على الشبكة

قناة التحكم في الجهد الأوتوماتيكية Channel 2 AUOT/ MAN

قناة التحكم الثانية لديها نفس عمل وقدرات القناة الأولى وتكون القناة الثانية في حالة مراقبة دائمة للقناة الأولى وفى حاله حدوث عطل في القناة الأولى يتم تغيير قناة التحكم إلى القناة الثانية مع ظهور إشارة إنذار للقناة الأولى وفى حالة عطل القناتين الاوتوماتيكيتن يتم تغيير قناة التحكم إلى قناة التحكم اليدوية والتي تيم فيها زيادة وتخفيض الجهد يدويا بواسطة منظومة التحكم الرئيسية

وفيما يلي القيم الأساسية لثوابت المنظومة

Excitation

Type**: 540/2400**

Power Circuit / Auxiliary Supply

Rated field current IfN [A] 1775 ADC

Rated field voltage UfN [V] 305 VDC

Max. field current Ifmax [A] 1851 ADC

Rated excitation current IEN [A] 2036 ADC

Max. Surge current IP [A] (10s) 2777 A

Incoming AC voltage (DC) [V] 540 VAC, 50 Hz (c/s)

Surge excitation voltage UP [V] 696 VDC

Ideal no-load DC-voltage 729 VDC

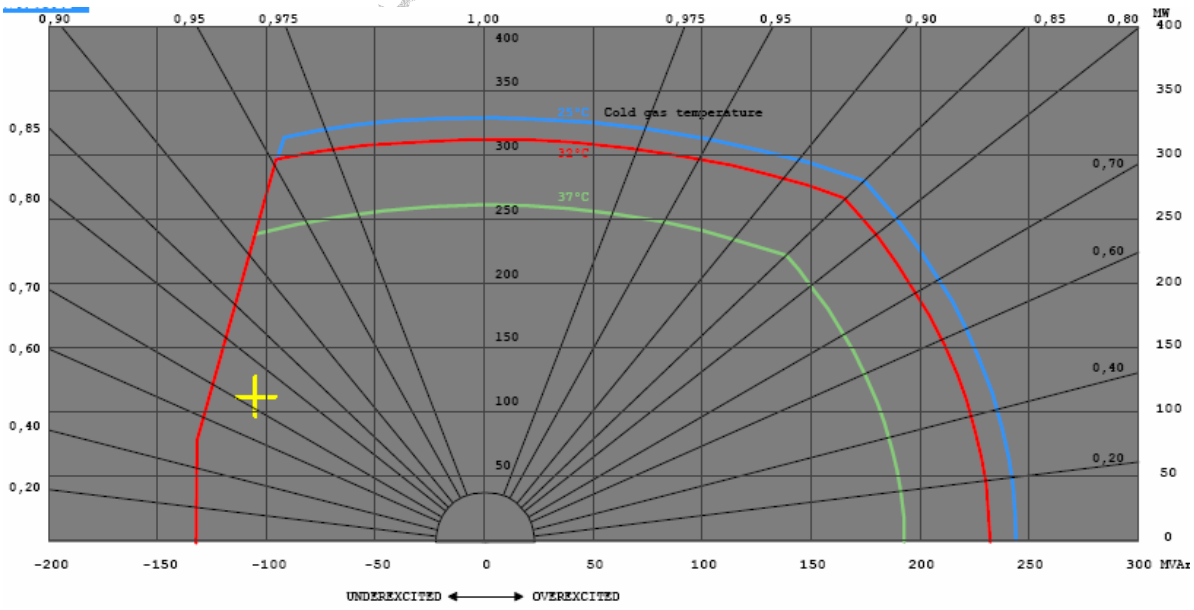
Field forcing factor ≥ 2,0

Power dissipation ≈ 12,1 kW (without transformer)

Auxiliary voltage 1x 400 VAC, 50 Hz (c/s), 4 A continuous

التحكم في القدرة غير الفعالة

من ميزات المنظومة إمكانية التحكم في القدرة غير الفعالة حيث يمكن زيادة وتخفيض القدرة غير الفعالة وذالك حسب قدرات المولد والتي يمكن تمثيلها في منحنى أداء المولد والذي يبين حالاتي عمل المولد حالة عمل المولد في منطقة فوق التحريض Over Excitation ومنطقة تحت التحريض Under Excitation الشكل أدناه يبين منحني أداء المولد حيث يمكن عمل المولد في منطقة فوق التحريض بقدرة غير فعالة حتى 250MVAR عندما تكون درجة حرارة هواء التبريد عند 25C ويمكن عمل المولد في منطقة تحت التحريض بقدرة غير فعالة حتى -135MVAR عندها يتم فصل المولد بوقاية انخفاض التحريض Under Excitation Protection ويتم تحديد قيمة اعلي قيمة للقدرة غير الفعالة في منطقة تحت التحريض والتي تكون دون قيمة -135MVAR وهذه الوظيفة Under Excitation Limit والتي تتم عن طريق منظومة AVR



عمل المنظومة عند ربط المولد مع الشبكة

نظرا لان احد شروط ربط المولد مع الشبكة هو تساوى جهد المولد وجهد الشبكة فان منظومة التحكم تستقبل إشارة زيادة وتخفيض الجهد من منظومة ربط المولد مع الشبكة Synchronous System وتعتبر هذه الإشارة إشارة تحكم خارجية يتم التعامل معها على حسب قدرات المنظومة إي يتم زيادة وتخفيض الجهد حسب تعديل اعلي واقل قيمة مسموح بها لقيمة الجهد

اعلي قيمة للتحكم في الجهد

يتم تعديل اعلي قيمة مسموح بها لرفع الجهد في المنظومة حيث عند هذه القيمة لا يمكن زيادة الجهد على إطراف المولد مهما كانت الظروف المحيطة به وتسمى هذه الحالة GEN Voltage limit control MAX ويتم تعديلها عند 1.05 pu [P.u.] :Maximum Voltage Reference اي لا يمكن رفع الجهد اعلي من 21KV

اقل قيمة للتحكم في الجهد

يتم تعديل اقل قيمة مسموح بها لخفض الجهد في المنظومة حيث عند هذه القيمة لا يمكن خفض الجهد على إطراف المولد مهما كانت الظروف المحيطة به وتسمى هذه الحالة GEN Voltage limit control MIN ويتم تعديلها عند 0.95 pu [P.u.] :Minimum Voltage Reference إي لا يمكن خفض الجهد اقل من 19KV

منظومة تثبيت نظام القدرة Power System Stabilizer PSS

تعتبر من أهم أنظمة التحكم لما لها من القدرة على تثبيت المولد على الشبكة في أسوء حالات التشغيل حيث يتم التحكم في جهد التحريض لجعل المولد متوافق مع الشبكة عند حدوث أعطال خارجية

راجع كتابي منظومة تثبيت القدرة الكهربائية

المهندس الكترونية م/اصالح سعيد بو خليفة

الشكل أدناه يبين منظومة التحريض والتحكم في الجهد من نوع SIEMENS SGEN 5 - 1000A بجميع مكوناتها

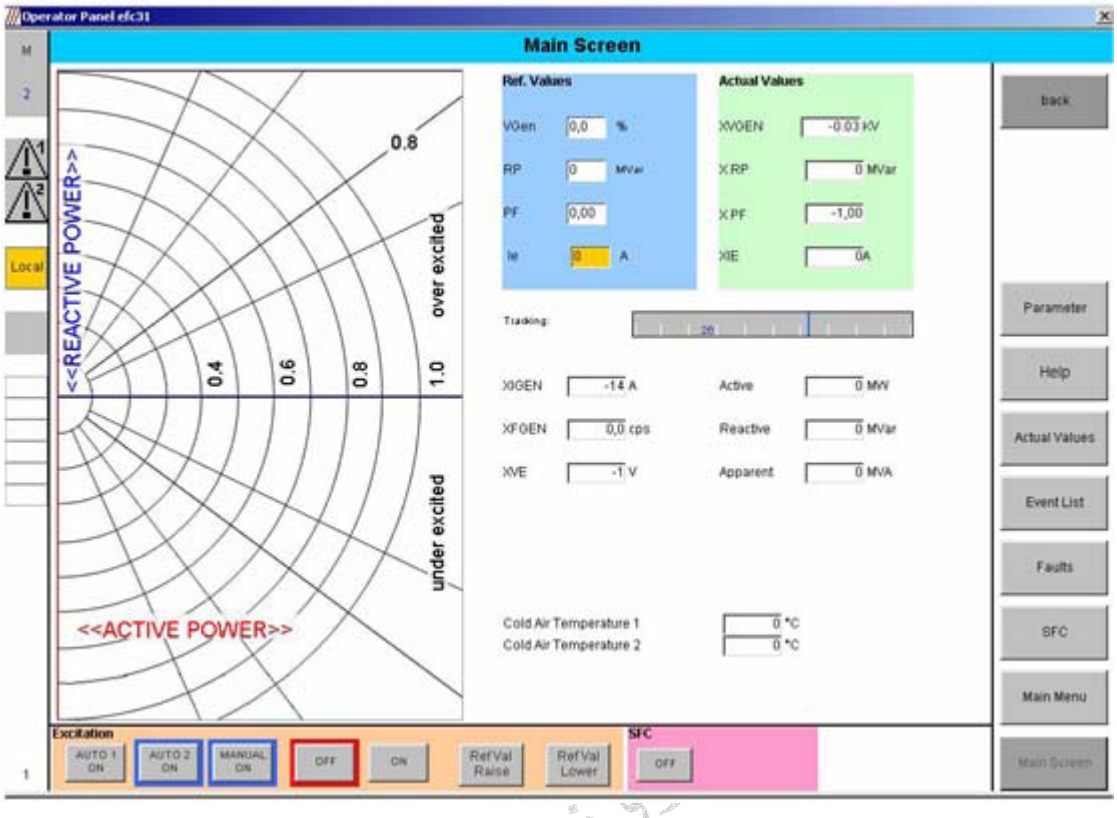
الشكل أدناه يبين شاشة التحكم حيث يمكن اختيار وتغيير الصفحات والتشغيل والإيقاف عن طريق اللامس أو النقر على الأمر أو زر التحكم ليتم تنفيذ الأمر أو الانتقال إلى الصفحة التالية

الشكل أدناه يبين مكونات منظومة التحكم من نوع SEMIPOL D3.1 لإحدى القناتين حيث يبين في أقصى اليمين وحدة المعالجة المركزية CPU ومن ثم وحدات الإدخال والإخراج ومحولات القياس وأخيرا وحدة التغذية الكهربائية

الشكل أدناه يبين لوحة مفاتيح التحكم للمنظومة حيث يتم استخدام المفاتيح على النحو التالي

I/O تشغيل وإيقاف المنظومة
S1 إلغاء إشارات الإنذار والفصل RESET
S2 إخراج صفحة الإنذار والفصل
S3 زيادة نقطة تحديد الجهد
S4 تخفيض نقطة تحديد الجهد
S5 تشغيل ألقناه الأولي الأوتوماتيكية
S6 تشغيل ألقناه الثانية الأوتوماتيكية
S7 تشغيل قناة التحكم اليدوية
S8 إلغاء إشارات Simulation

المجلة
صالح سعيد بو خليفة



الشكل أعلاه يبين الصفحة الرئيسية للمنظومة التحكم في الجهد والتي يتم فيها عرض اغلب الثوابت الرئيسية للمنظومة مثل تيار وجهد التحريض والتيار والجهد والتردد والقدرة الفعالة والغير فعالة للمولد كما نلاحظ مخطط أداء المولد حيث يتم عرض منطقة عمل المولد إثناء التحميل وعرض قيمة القدرة على المخطط كما نلاحظ في أسفل الصفحة أزرار التحكم في المنظومة

AUTO1 تشغيل قناة التحكم الأوتوماتيكية الأولى

AUTO2 تشغيل قناة التحكم الأوتوماتيكية الثانية

MANUAL ON تشغيل قناة التحكم اليدوية

OFF إيقاف المنظومة

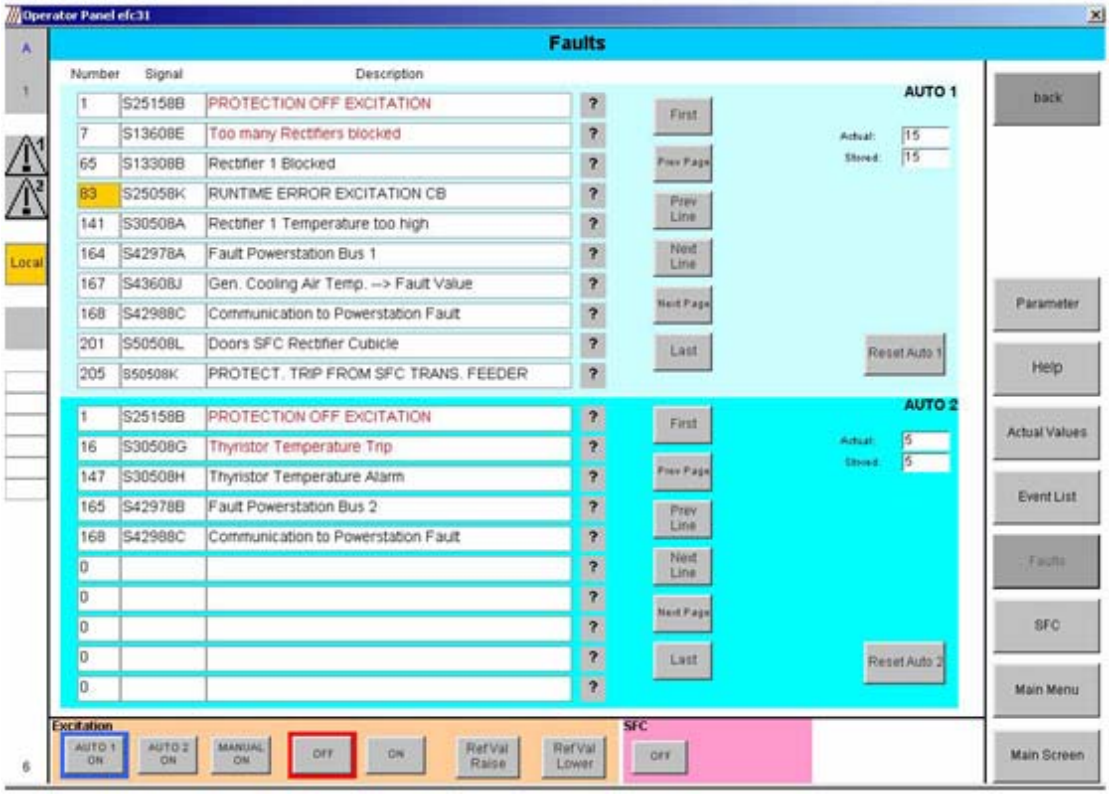
ON تشغيل المنظومة

RefVal Raise زيادة قيمة الجهد

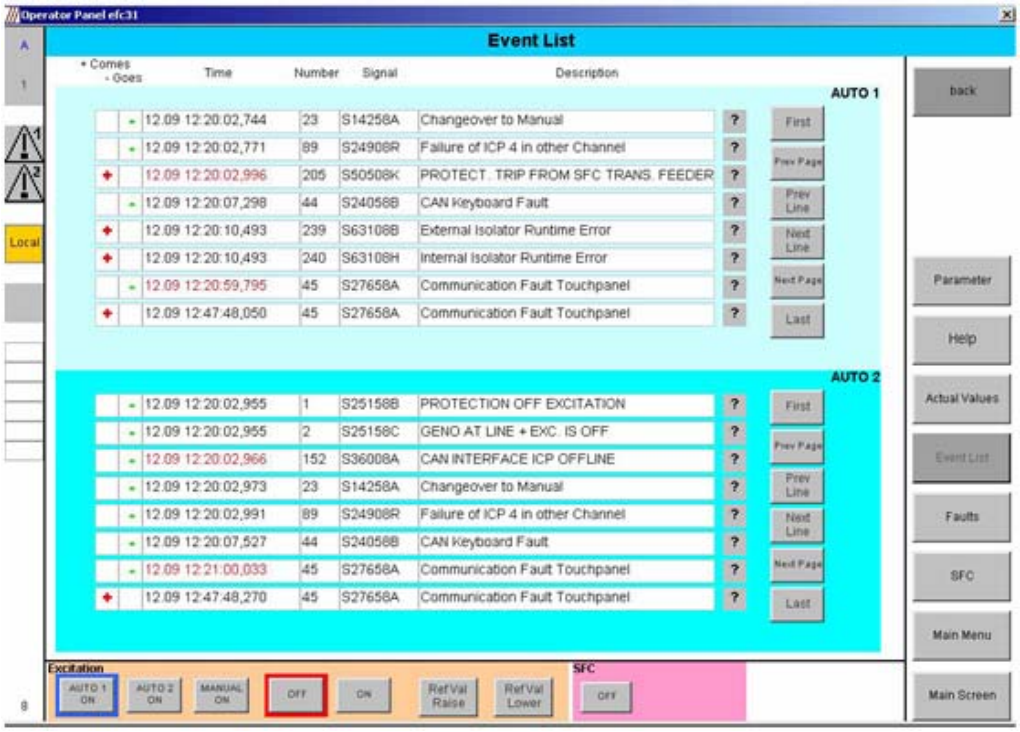
RefVal Lower تخفيض قيمة الجهد

وكل هذه الأزرار يمكن اختيارها بالأمس

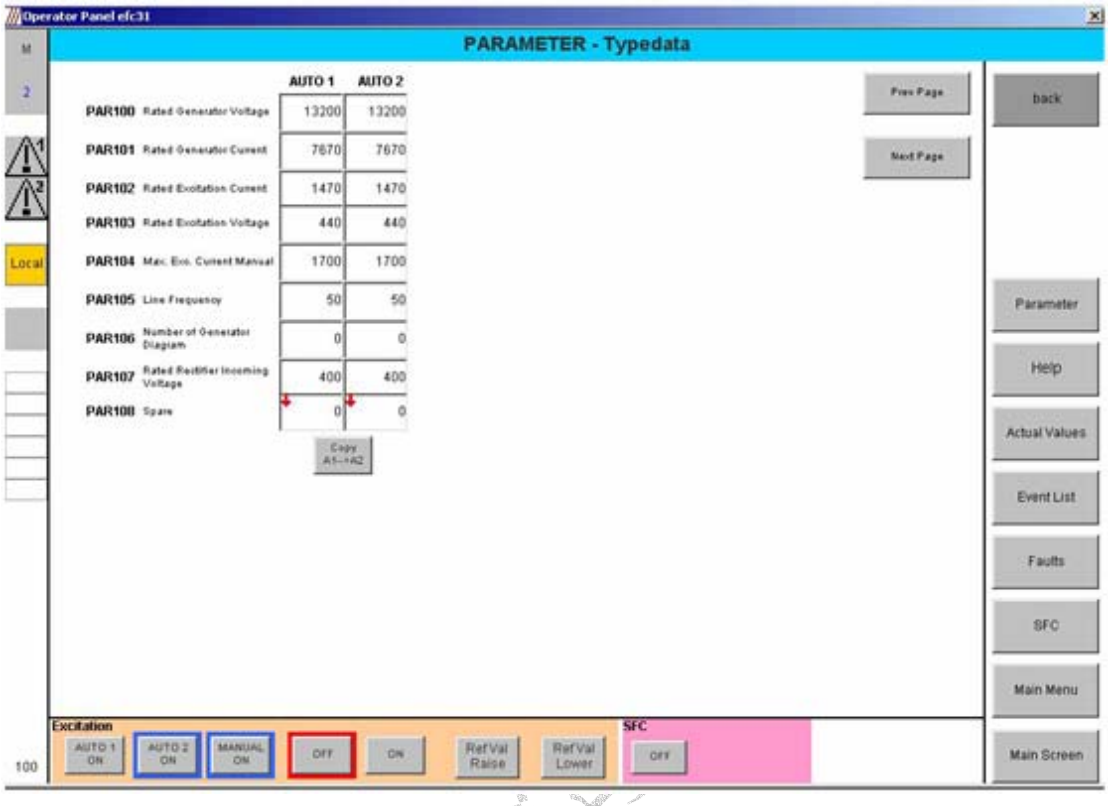
الشكل أدناه يبين صفحة عرض إشارات الإنذار والفصل والتي يمكن فتحها بلمس الزر Faults الموجود على يمين الصفحة حيث يتم عرض إشارات العطل والفصل لقناه التحكم الأولى AUTO1 في اعلي الصفحة وإشارات العطل والفصل لقناه التحكم الثانية AUTO2 في أسفل الصفحة وعلى يمين إشارات العطل يوجد أزرار الخاصة بإلغاء إشارات العطل وأزرار تحريك إشارات العطل إلى أسفل والى اعلي



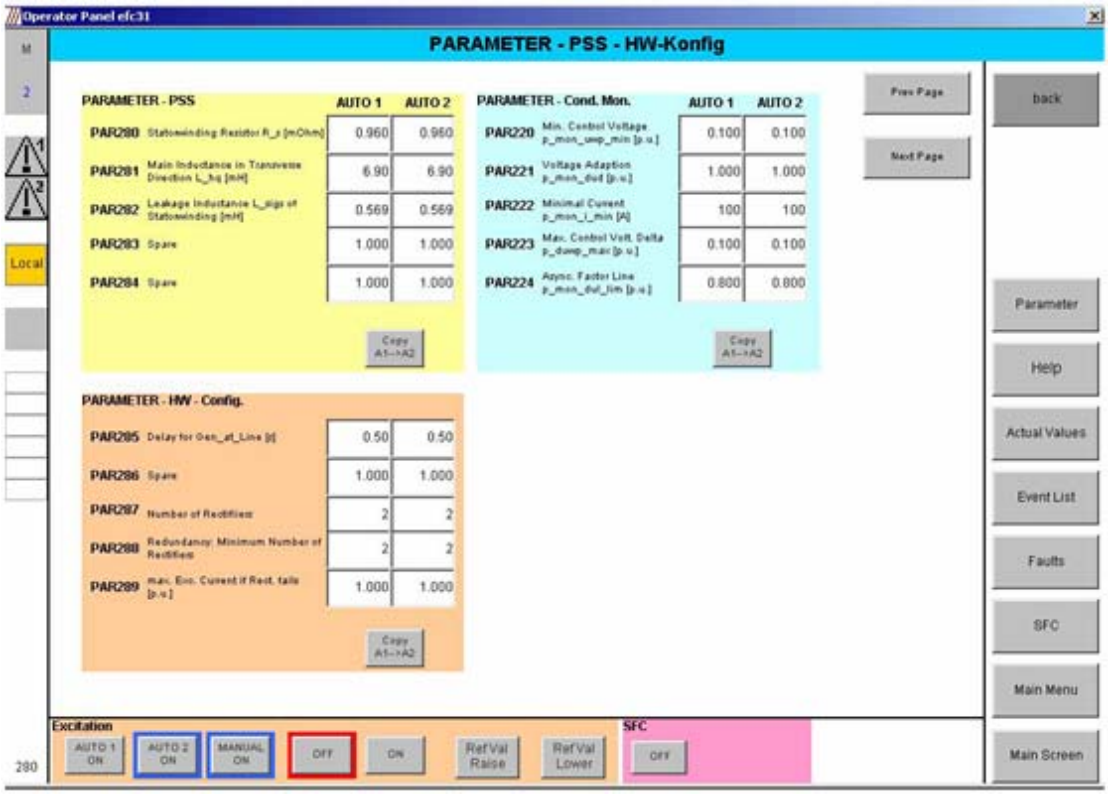
الشكل أدناه يبين صفحة عرض الإحداث الخاصة بالمنظومة مثل التشغيل والإيقاف وإشارات الأعطال والفصل والتي يمكن فتحها بلمس الزر EVENT LIST الموجود على يمين الصفحة



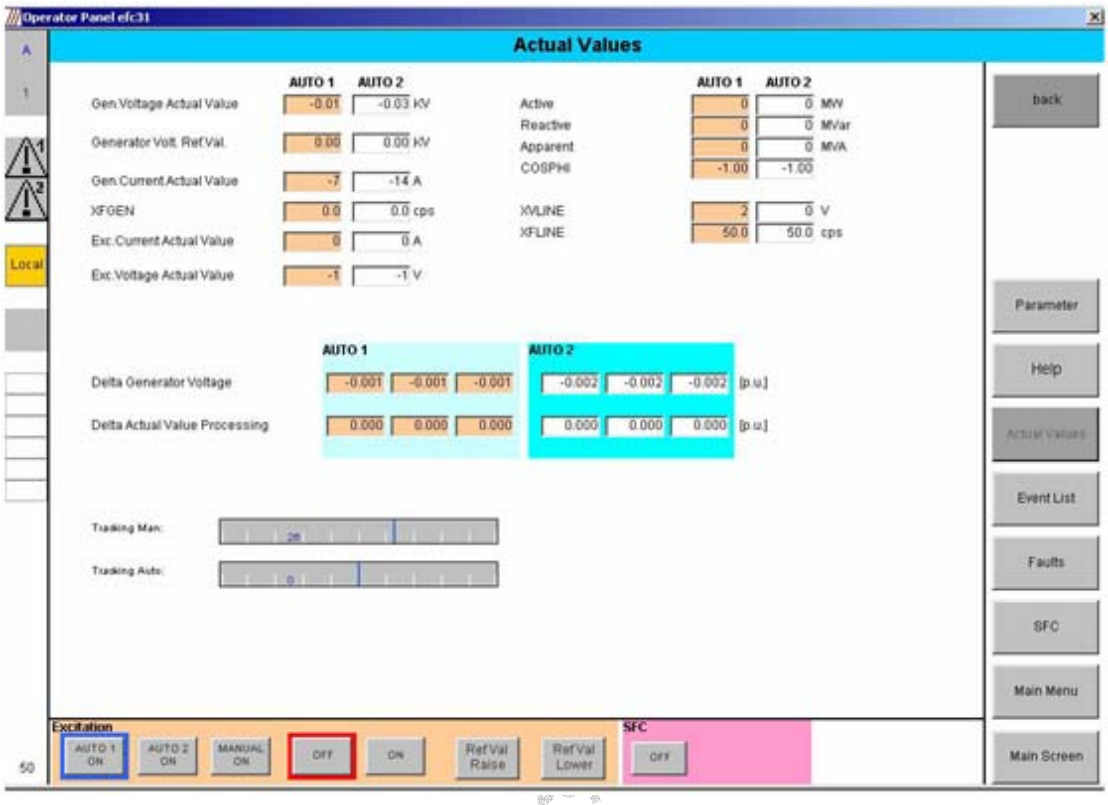
الشكل أدناه يبين صفحة تعديل المتغيرات PARAMETER الخاصة بمنظومة التحكم في الجهد والتي يمكن فتحها بلمس الزر PARAMETER الموجود على يمين الصفحة حيث يمكن تعديل المتغيرات الخاصة بالقناة الأولى والثانية



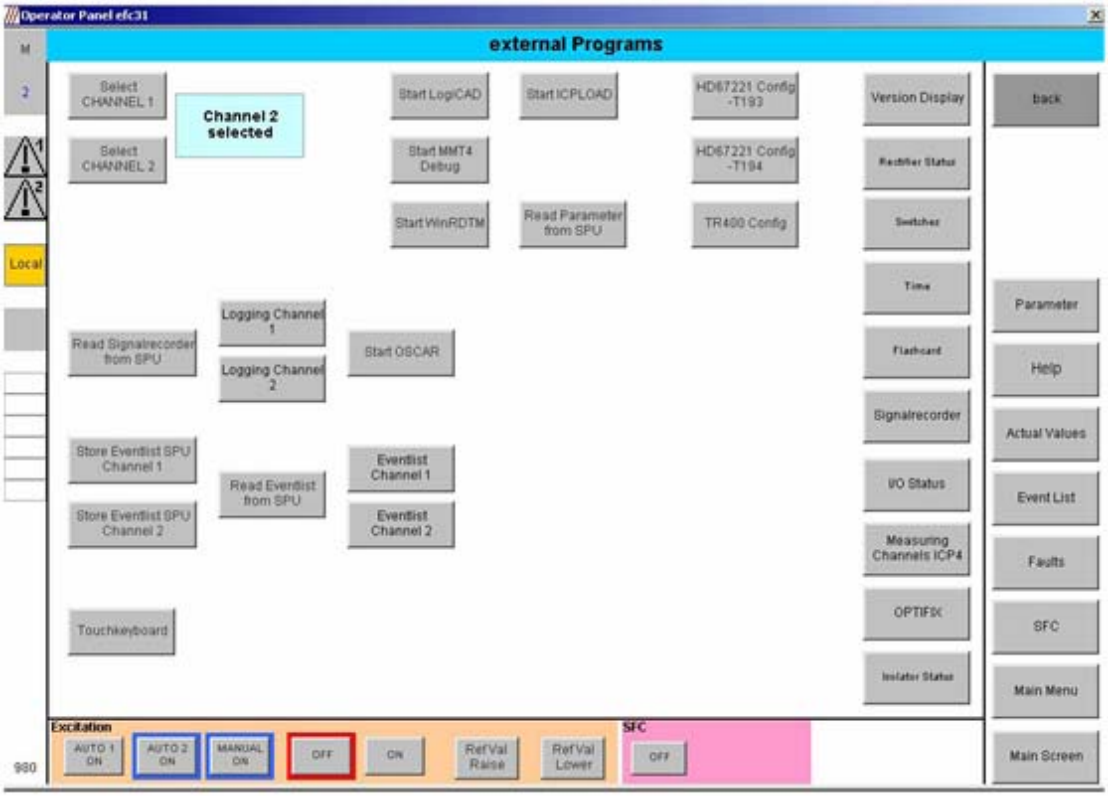
الشكل أدناه يبين صفحة تعديل المتغيرات PARAMETER- PSS الخاصة بمنظومة تثبيت نظام القدرة والتي يمكن فتحها بلمس الزر PARAMETER الموجود على يمين الصفحة حيث يمكن تعديل المتغيرات الخاصة بالقناة الأولى والثانية



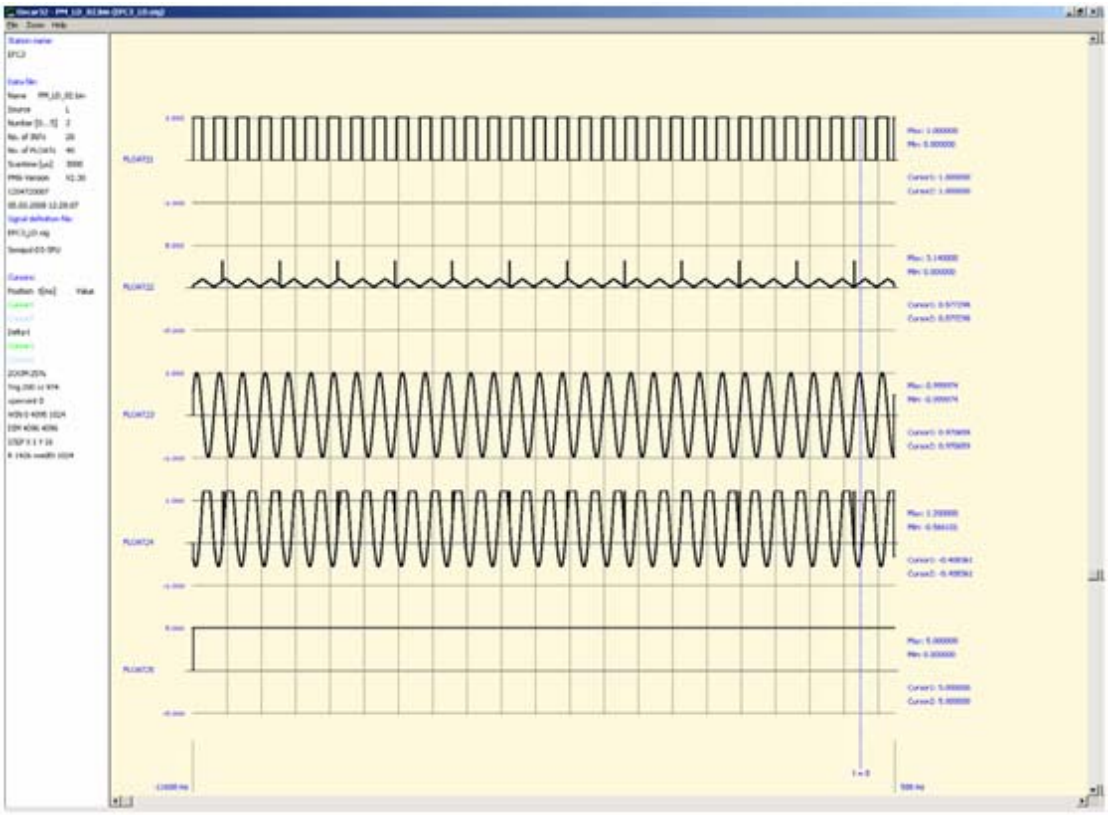
الشكل أدناه يبين صفحة عرض جميع القيم الرئيسية Actual Values الخاصة بالمنظومة والتي يمكن فتحها بلمس الزر Actual Values الموجود على يمين الصفحة والذي من خلاله يمكن مراقبة أداء المنظومة ومستوى عمل القناتين الأولى والثانية



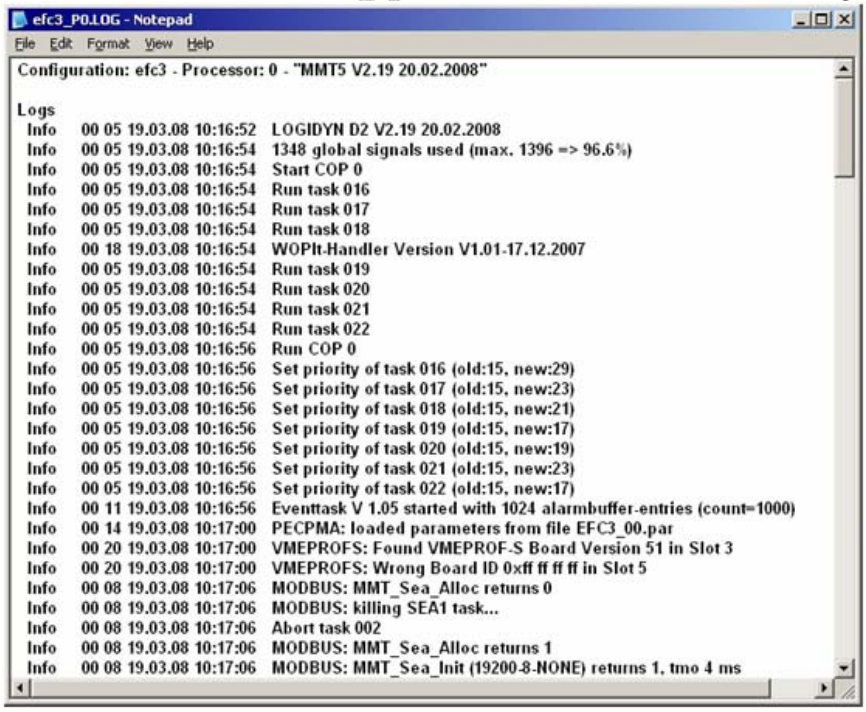
الشكل أدناه يبين صفحة External Programs الخاصة بالبرامج المساعدة للمنظومة



الشكل أدناه يبين برنامج مسجل الإشارات الخاص بالمنظومة حيث يتم تسجيل أهم الإشارات والتي يتم الرجوع إليها في حالة حدوث عطل حيث يسهل من خلاله تحليل الأعطال ومعرفة أسبابها ويمكن فتح برنامج تسجيل الأعطال وذالك بالضغط على الزر Start OSCAR من صفحة External Programs وعند فتح البرنامج يتم عرض قائمة بالملفات الخاصة بالمسجل أو يمكن فتح الملف باختيار الأمر Open من القائمة File



الشكل أدناه يبين عرض صفحة الإحداث الخاصة بالمنظومة والتي يمكن فتحها بالضغط على الزر Display Log من صفحة External Programs



efc3_P0.LOG - Notepad

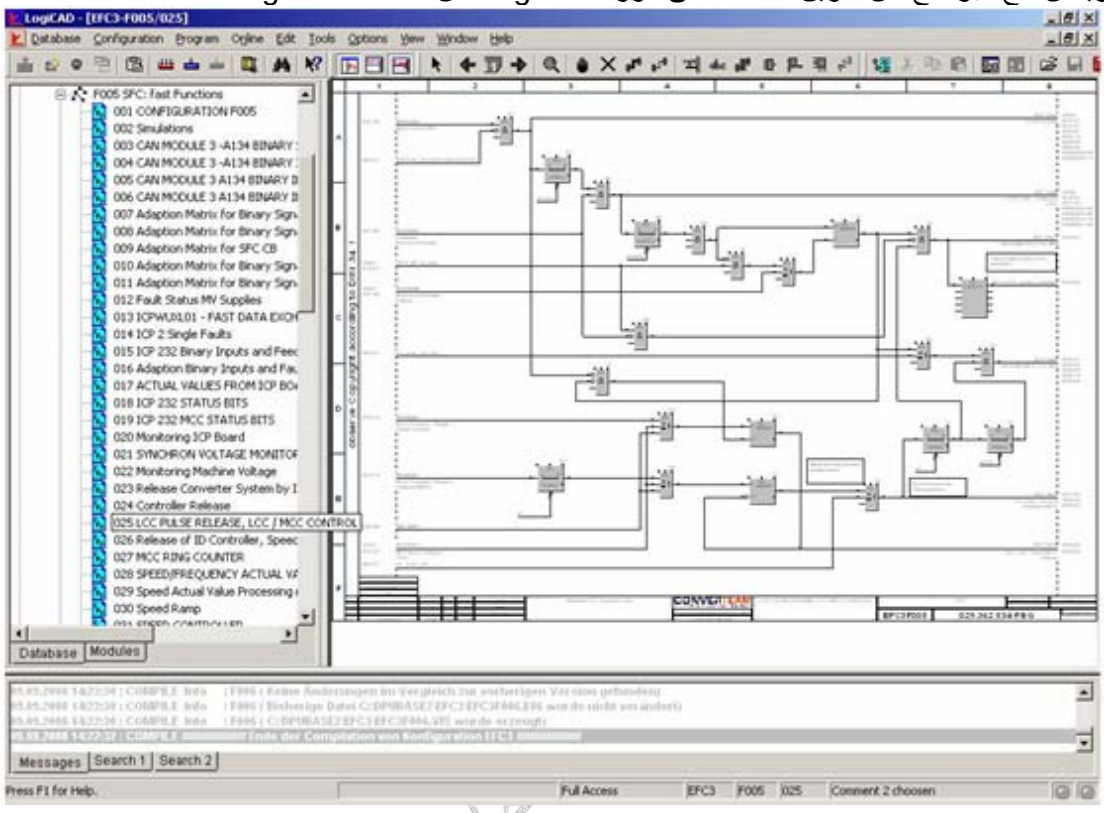
File Edit Format View Help

```
Configuration: efc3 - Processor: 0 - "MMT5 V2.19 20.02.2008"

Logs
  Info    00 05 19.03.08 10:16:52  LOGIDYN D2 V2.19 20.02.2008
  Info    00 05 19.03.08 10:16:54  1348 global signals used (max. 1396 => 96.6%)
  Info    00 05 19.03.08 10:16:54  Start COP 0
  Info    00 05 19.03.08 10:16:54  Run task 016
  Info    00 05 19.03.08 10:16:54  Run task 017
  Info    00 05 19.03.08 10:16:54  Run task 018
  Info    00 18 19.03.08 10:16:54  WOPlt-Handler Version V1.01-17.12.2007
  Info    00 05 19.03.08 10:16:54  Run task 019
  Info    00 05 19.03.08 10:16:54  Run task 020
  Info    00 05 19.03.08 10:16:54  Run task 021
  Info    00 05 19.03.08 10:16:54  Run task 022
  Info    00 05 19.03.08 10:16:56  Run COP 0
  Info    00 05 19.03.08 10:16:56  Set priority of task 016 (old:15, new:29)
  Info    00 05 19.03.08 10:16:56  Set priority of task 017 (old:15, new:23)
  Info    00 05 19.03.08 10:16:56  Set priority of task 018 (old:15, new:21)
  Info    00 05 19.03.08 10:16:56  Set priority of task 019 (old:15, new:17)
  Info    00 05 19.03.08 10:16:56  Set priority of task 020 (old:15, new:19)
  Info    00 05 19.03.08 10:16:56  Set priority of task 021 (old:15, new:23)
  Info    00 05 19.03.08 10:16:56  Set priority of task 022 (old:15, new:17)
  Info    00 11 19.03.08 10:16:56  Eventtask V 1.05 started with 1024 alarmbuffer-entries (count=1000)
  Info    00 14 19.03.08 10:17:00  PECPMA: loaded parameters from file EFC3_00.par
  Info    00 20 19.03.08 10:17:00  VMEPROFS: Found VMEPROF-S Board Version 51 in Slot 3
  Info    00 20 19.03.08 10:17:00  VMEPROFS: Wrong Board ID 0xff ff ff ff in Slot 5
  Info    00 08 19.03.08 10:17:06  MODBUS: MMT_Sea_Alloc returns 0
  Info    00 08 19.03.08 10:17:06  MODBUS: killing SEA1 task...
  Info    00 08 19.03.08 10:17:06  Abort task 002
  Info    00 08 19.03.08 10:17:06  MODBUS: MMT_Sea_Alloc returns 1
  Info    00 08 19.03.08 10:17:06  MODBUS: MMT_Sea_Init (19200-8-NONE) returns 1, tmo 4 ms
```

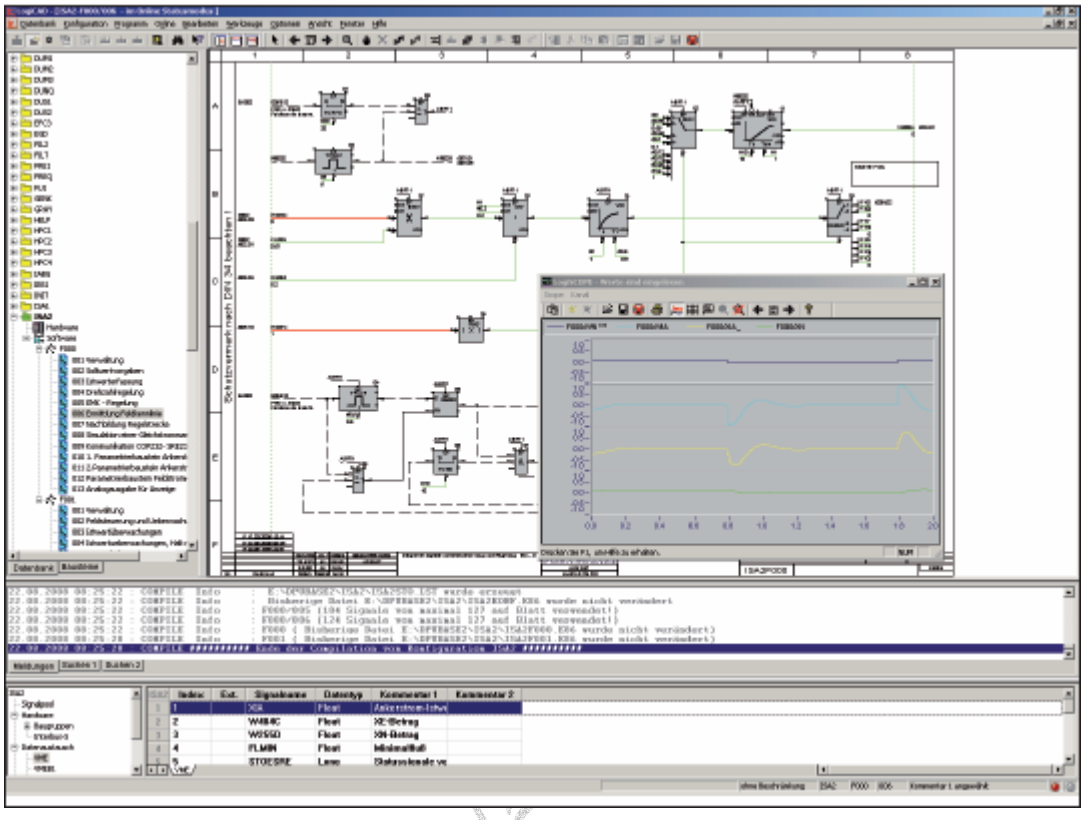
الشكل أدناه يبين برنامج LogCAD الخاص بعرض وتعديل واختبار صفحة البرنامج software الخاصة بوحدة المعالجة المركزية للمنظومة حيث يتم عرض قائمة بصفحات البرمجة على يمين النافذة والتي يمكن فتحها بالضغط المزدوج بالفارة على اسم الصفحة حيث يتم عرض البوابات المنطقية وقيم إشارات الدخل والخرج على البوابات على يسار النافذة

ويمكن فتح البرنامج عن طريق الضغط على الزر LogCAD من صفحة External Programs

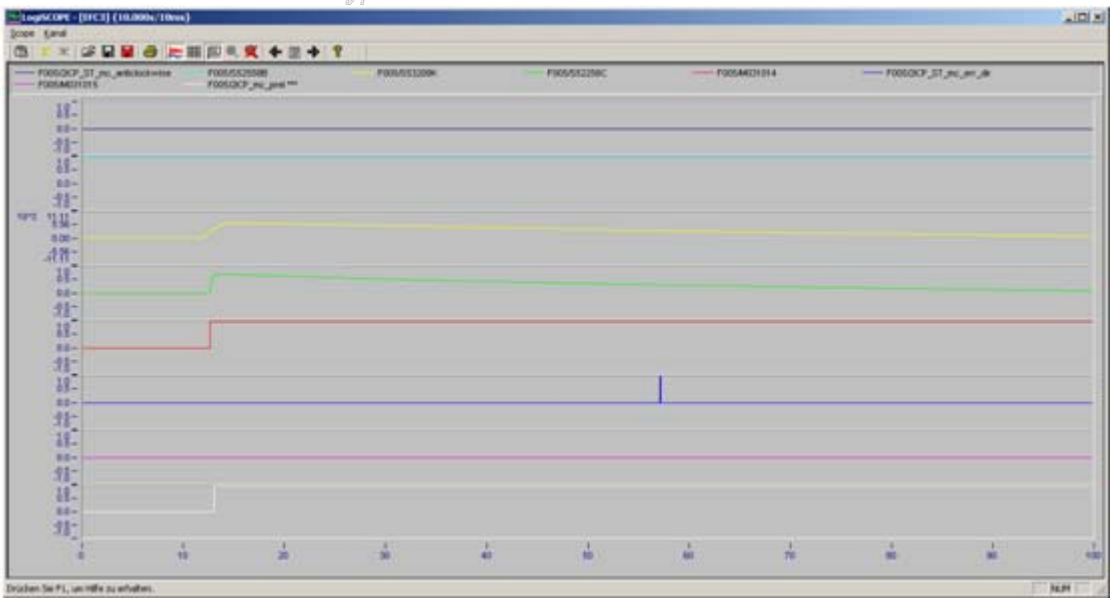


م/ أصالح سعيد بو خليفة

ويمكن أيضا اختبار كل البوابات المنطقية وتغيير إشاراتها وذالك بالنقر المزدوج على البوابة ليتم فتح نافذة قيم إشارات الدخل والخرج للبوابة ومن ثم يمكن تغيير قيمها واختبارها
وأيضا يمكن بواسطة البرنامج تحرير صفحة البرمجة وحفظها في ذاكرة المعالج وأيضا يمكن بواسطة البرنامج إيقاف وتشغيل المعالج



الشكل أعلاه يبين فتح صفحة برمجة بواسطة برنامج LogCAD حيث يمكن فتح مسجل الإشارات القياسية والرقمية في صفحات البرمجة



الشكل أعلاه يبين نافذة مسجل الإشارات التابع لبرنامج LogCAD