**9**

 **نظام الوقود الغازى**

 **.9** **نظام الوقود الغازى**

نظام حقن الغاز الطبيعى هو المسئول عن حقن الغاز الى الحوارق والتحكم فى كمية الغاز والذى يتدفق الى غرف الاحتراق وفقا الى المتطلبات خلال start up او operation او خلال stand still .

ويتم توفير الغاز الطبيعى من المحطة الخاصة بالغازgas skid ،ويجب ان يكون خالى من الشوائب ،ويكون جاف وذلك لتجنب الصداء والتاكل لمكونات النظام.وضغط الغاز يجب ان يكون ثابت تقريبا بغض النظر على كمية التدفق.ويتكون النظام من المكونات الاتية:

**Natural Gas strainer 1.9 :**

ضغط الغاز يعتمد على تركيب الغاز الطبيعى وهو مايقدر تقريبا(23 bar) فى المقياس الخاص بالضغط.Natural Gas strainer MBP12AT001 ،وهو acoarse filter ،ووظيفته حماية صمام الطوارىMBP13AA051 من الشوائب والاجسام الغربية.

**Gas Lock function 2.9 :**

Gas Lock يتكون من صمام الطوارىMBP13AA051 ويسمى natural gas first blocking ،وصمام التحكم(NG CV)MBP13AA151 وصمام pilot gas control valve MBP15AA151 ويسميان معا natural gas second blocking .ويوجد صمام التنفيس MBP13AA501 والموجود بين natural gas first blockingو natural gas second blocking .

وعندما تكون الوحدة فى حالة GT-stand still او فى حالة الوحدة تشتغل بالوقود السائل،فان natural gas first blocking و natural gas second blocking يكونان فى حالة قفل،ويتم فتح صمام التنفيس.

وعندما تكون الوحدة فى حالة الوحدة تشتغل بالغاز الطبيعى، او الوحدة تشتغل mixed operation (natural gas and fuel oil) فان natural gas first blocking و natural gas second blocking يكونان فى حالة open،ويتم قفل صمام التنفيس.

**Natural Gas Emergency Stop Valve (NG-ESV) 3.9 :**

Emergency Stop Valve MBP13AA051(NG-ESV) وهو صمام طوارى يستخدم لسماح او لاقاف تدفق الغاز الى غرف الاحتراق،خلال start-up او stand still او خلال التغيير من الوقود الغازى الى الوقود السائل او العكس بالعكس،

4.9 **Natural Gas Control Valve (NG-CV) :**

The Natural Gas Control Valve (NG-CV) MBP13AA151 ،وهذا الصمام يتحكم فى تدفق الغاز وتنظيمة الى غرف الاحتراق.وهذا الصمام مع pilot gas control valve MBP15AA151 يشكلان صمام القفل الثانى لـ gas lock .ومن خلال هذا الصمام يتم ايجاد كمية الغاز النتدفقة الى كلا من diffusion or premixing burner .

**Pilot Gas Control Valve (PG-CV) 5.9 :**

Pilot Gas Control Valve (PG-CV)MBP15AA151 ،وهو جزء اساسى من gas lock ووظيفته تنظيم عملية تدفق الغاز.وهو يعتبر NG-SV ،ويمكن اعتبارة ايضا (fail-safe) shutoff valve .

( pilot flames support of premixing flames )

Pilot Gas Control Valve (PG-CV)MBP15AA151 يتحكم فى كمية الغاز المتدفقة خلالpilot gas burner .

وlift set point لهذا الصمام(PG-CV) اى pilot gas flow يكون function فى compressor inlet temperature والموضع لـIGV .

وايضا lift set point تاخذ فى عين الاعتبار ضغط الغاز الطبيعى.

**Ball Valves 6.9 :**

توجد ثلاث ball valves لكل غرفة احتراق،وهى التى تسمح بايقاف او السماح الى تدفق الغاز الى الحوارق.ويجب ملاحظة ان الصمامين من نفس النوع فى الغرفتين يتم فتحها او غلقها فى نفس الوقت وبالتزامن حتى يكون تدفق الغاز متجانسا بين الغرفتين.

وضخ الغاز الى diffusion burners يتم مروره او ايقافه عن طريقball valves MBP21AA001 & MBP22AA001 .

وضخ الغاز الى premixing burners يتم مروره او ايقافه عن طريقball valves MBP21AA002 & MBP22AA002 .

وضخ الغاز الى pilot burners يتم مروره او ايقافه عن طريقball valves MBP21AA003 & MBP22AA003 .

**(Natural Gas and Pilot Gas) Venting Valves 7.9 :**

natural gas venting valve MBP14AA501 يغلق عندما تكون التربينه تشتغل بالغاز الطبيعى.

اذا كان نظام الغاز triping ،فان venting valve يفتح،ويتم غلق صمام الطوارى وصمامات الـball valves الموجوده فوق غرف الاحتراق.

pilot gas venting valve MBP15AA501 يغلق عندما تكون التربينه تشتغل بالغاز الطبيعىwith pilot gas .

اذا كان نظام الغاز triping ،فان venting valve يفتح،ويتم غلق صمام الطوارى وصمامات الـball valves الموجوده فوق غرف الاحتراق.

**Natural Gas Burner 8.9 :**

توجد 8 حوارق فى كل غرفهMBM12AV001 to MBM12AV008 وفى الغرفة الثانية MBM22AV001 to MBM22AV008 ،حيث يتم تدفق الغاز الى غرفة اللهب ، حيث يتم خلطه مع الهواء،ويتم الاحتراق بشكل كامل فى غرف الاحتراق.وكل الحوارق تكون متماثلة،ويتم توزيع تدفق الغاز بشكل متجانس على كل الحوارق،ويتم التدفق المتجانس للغاز الىpilot burner ،عن طريقMBP33BP001 to MBP33BP008 ،وفى الغرفة الثانيه عن طريقMBP37BP001 to MBP37BP008 والتى مثبته فى انابيب الضخ لهذه الحوارق.وتسمى هذه الحوارقhybird burners .وكل حارق يحتوى على diffusion burner ،premixing burner ،pilot burner و an igniter .وواحد فقط من diffusion burner او premixing burner يكون دائما فى العمليه،ولايمكن ان يكونان فى العمليه فى نفس الوقت ،عدا فى حالة التغيير من واحد الى الاخر.ويتم تدعيم premixing burner بواسطة pilot burner .

**Natural Gas Pressure Monitoring 9.9 :**

كمية الغاز التى تحرق فى غرفة الاحتراق تعتمد على الضغط فى غرفة الاحتراق، ومقدار فتحة NG-CV (MBP13AA151) و(MBP15AA151) PG-CV وعلى ضغط ودرجة حرارة الغاز.ويتم مراقبة ضغط الغاز لضمان عدم حدوث مشكلة بواسطة المركبات الاتية:

MBP11CP001: Pressure switch, Gas pressure before filter, up strem of NG-ESV

MBP11CP002: Pressure switch, Gas pressure before filter, up strem of NG-ESV

MBP13CP101/102: Pressure transmitter ,natural gas behind ESV, down stream of NG-ESV

 ومن خلال MBP13CP101/102 يتم التحكم فى الـoperating modes .

**All Operating Modes 10.9 :**

 Pre-trip alarm ينشا اذا تجاوز الضغط مقدار معين والذى يقراء بواسطة MBP13CP101/102،وبغض النظر عن الـoperating modes .

**Natural Gas diffusion Mode Operation 1.10.9 :**

قياسات التحكم المجهزة تعتمد على اساس ضغط الغاز الطبيعى،وهى حالة لا نحتاج اليها فى حالة natural gas diffusion mode .

اذا كان ضغط الغاز MBP13CP101/102 يقل على مستوى معين، ففى هذة الحالة لا يمكن التغيير من diffusion mode to premix mode ،لان فى حالة premix modeعند انخفاض الضغط فانه لا يمكن التاكد من ان الاحتراق سوف يكون مستقر والذى قد يسبب فى عطب الحوارق.

2.10.9 **Natural Gas Premix Mode Operation :**

اذا انخفض الضغط الذى يقراء بواسطة MBP13CP101/102 وهو موجود بعدNG ESV فان انذارا سوف ينشا وهو

( NATURAL GAS IN PREMIX BURNERS TOO LOW ) .

اذا زاد انخفاض الضغط الى حد معين و الذى يقراء بواسطة MBP13CP101/102 فانه سوف يتم التغيير من premix الى diffusion .

اذا زاد انخفاض الضغط الى اكثر من ذلك ،والذى يقراء بواسطة(2 of 3 ) من MBP13CP101/102 او

pressure switch MBP11CP001 & MBP11CP002 وقبل اكمال عملية التغيير الى الـdiffusion mode ،فهذا سوف يسبب trip is initiated ،( اى فى حالة انخفاض الضغط بسرعة فى نظام الغاز).

خلال premix mode اذا كان معدل تغير الضغط والذى يقراء بواسطة MBP13CP101/102 تجاوز حد معين(pressure gradient limit) .وتجاوزت تقلبات الضغط للغاز مقدارا معين فان يتم التغيير بسرعة الى diffusion mode وانذرا سوف ينشا fault alarm .

**Startup ( Start with Natural Gas ) 11.9 :**

1**.**SFC to start by closing converter breaker prepare

2.NG venting valves are closed

3.SFC is activated ويبدا التسارع وتزيد سرعة الوحدة

4.يتم فتح صمام الـignition MBQ11AA001 ويتم تجهيز نظام ignition ،ويتم مراقبة الضغط بعد هذا الصمام.

5.diffusion burner ball valves ( OPEN )command

6.ignition speed 480 rpm, ignition valve MBQ11AA001 open , the ignition transformer are supplied with power and generate ignition arcs .

7.يتم وضع NG-CV فىstart position وذلك لتغذية الـignition .

8. opening speed ( for NG ESV MBP13AA051 ) 650 rpm والغاز يتدفق الى diffusion burners ،ويتم مراقبة الـignition لمدة 12 ثانية بعد فتح ESV ،وخلال هذة الفترة لابد من يكون (Flame ON) .

9. when NG ESV is open, PG CV is open to minimum flow (2 mm ) ،حتى يسود الغاز (upstream of PG ball valves) .

10.after 9 secs from (ESV OPEN),ignition valves 1&2 closed .

11.وفى نفس الوقت فان كاشفات اللهب تتمكن من كشف اللهب فى هذه اللحظة،ويجب ان لاتقل عن الوضع الامثل .

12. after 9 secs from (ESV OPEN),the flames must have fully formed .وفى حالة عدم كشف اللهب، وتكون المحاولة فاشلة.

13.لتجنب عدم الانخفاض فى درجة الحرارة،فان NG CV يستمر فى الفتح حتى first opening gradient (.7 mm/min ) .

14.وعند سرعة اكبر من (1080 rpm ) ،ونيتجة الى الاحتراق فى غرفة الاحتراق يولد عزم ومع SFC ليزيد التسارع.

15. وعند سرعة اكبر من (1800 rpm ) ، فان NG CV يستمر فى الفتح حتى second opening gradient (2.4 mm/min ) ،وهذا يحافظ على درجة حرارة عادم التربينه ثابت نسبيا، ويتم زيادة العزم ويستمر التسارع للوحدة.

16. وعند سرعة (2100 rpm ) ،فان التربينه تعتمد على نفسها وSFC cuts out .

17.وعند تصل السرعة الى3000 rpm ،the speed controller يستلم التحكم فى NG CV من startup controller ،وتستمر فى الدوران بنفس السرعة3000 rpm وفى هذه الحالة يمكن ان يحدث تزامنا وتدخل الوحدة على الشبكة.

18.وبعد التزامن ،the turbine controller يتحكم فى كمية الغاز المتدفقة،وعندما تتجاوز الوحدة 14 MW ، فان الـPG activated .وفى حالة lower load range تكون الوحدة فى حالة diffusion burners ،والتغيير من diffusion mode to premix mode عندما تصل corrected turbine exhaust temperature (ATK) 510 C .

**Change over from NG Diffusion mode to Premix Mode 12.9**

التغيير من Diffusion mode الى Premix Mode يحدث فقط عند تصل نسبة (fuel/air)الى نسبة معينة،ويجب ان يحدث هذا التغيير عند اقل درجة حرارة ممكنة لاخراج الضاغط،وذلك لان ارتفاع درجة الحرارة يعتبر اكبر خطر، لان الغاز سوف يقدح تلقائيا بعد ما القدح ينشا من premix gas tubes وتسبب flashback .وعند هذا التغيير يكون (IGV=CLOSED) .وعند هذا التغيير تحدث عدة خطوات اليا وهى كالاتى:

1.لا يمكن زيادة او خفض الحمل (load set point is blocked)

2.PG is activated in the diffusion burners

3.premix burner ball valves receive an OPEN وعندما تفتح هذه الصمامات، بعد ثانية واحدة 1 sec تشتغل premix flames 4. diffusion burner ball valves receive an CLOSED

5.Now turbine is in premix mode

6. load set point is re-enabled يمكن زيادة او خفض الحمل.

**Change over from NG Premix Mode to Diffusion mode 13.9**

Change over from NG Premix Mode to Diffusion mode يحدث عند درجة حرارة 510 (درجة حرارة التغيير)

وعند هذا التغيير تحدث عدة خطوات اليا وهى كالاتى:

1.لا يمكن زيادة او خفض الحمل (load set point is blocked)

2.diffusion burner ball valves receive an OPEN وعندما تفتح هذه الصمامات، بعد ثانية واحدة 1 sec تشتغل diffusion flames .

3. premix burner ball valves receive an CLOSED

4.Now turbine is in diffusion mode

5. load set point is re-enabled يمكن زيادة او خفض الحمل.

**Shutdown 14.9 :**

Shutdowen is defined as the operational shutdowen of the gas turbine generator from a speed synchronous with the grid to turning speed ،ويحتوى هذا البرنامج على كلامن

1.فصل المولد من الشبكة.

2.فصل التحريض عن المولد.

3.shutdown NG system ،

ويحتوى هذا البرنامج على الخطوات الأتيه:

1.بواسطة غلق الصمام NG CV MBP13AA151 تدريجيا تبدا الوحدة بالنزول(4 MW/min) .

2.عندما تصل الوحدة الى اقل من (1.5MW) ،يتم فصل المولد من الشبكة بواسطة فتح اما generator breaker او power circuit breaker .ويتم استلام الوحدة بواسطة speed controller وتحافض على الوحدة عند سرعة 3000 rpm) ( .

3.فى هذة الحالة يتم فصل المولد،natural gas system trip

و فصل التحريض عن المولد،ونتيجة الى ذلك

a.NG ESV CLOSED .

b.NG CV CLOSED .

c.diffusion burner ball valves CLOSED .

d.pressure relief valve is open .

**Fuel changeover 15.9 :**

Changeover from NG(premix mode or diffusion mode) to fuel oil , FO enabled when minimum output (output› 35). ويجب ملاحظة ان عملية التحويل من NG الى FO يكافى التحويل الى duel-fuel operation with a 100% fuel oil ،وفى هذه الحالة يتم التحويل من (NG premix to diffusion) اولا،وذلك لان duel-fuel operation in NG premix mode is not permitted ،ويتم تجهيز نظام الوقود السائل(for activation.

**9.16 Startup of natural gas system during fuel oil operation**

1.اذا كانت الوحدة فى حالة FO ،ويتم تشغيل NG ويتم بواسطة duel-fuel mode .

2.يشتغل NG عندما يصل FO الى الشروط المحددة لة،ويجب ان تكون output› 35MW .

3.relief valves(closed) ،diffusion burner ball valves are (opened) ،ويتم فتح الصمام NG CV فتحة بحيث يمر الغاز المحتاج الية ليمكن ال ignition of the NG flames .

Parameters for GT load controller are set to (fast).

4 .NG ESV is opened ليتمكن الغاز من الدخول الى diffusion burner .

the NG diffusion flames are ignited by the FO flames) )

ويتم فتح الصمام FO control valve لتنقيص كمية الوقود.

5.و يتم فتح NG ESV ،وبواسطة FO fraction يتم تخفيض الوقود من 100% الى النسبة المحددة فى نسبة الوقود.

6.ويتم تخفيض نسبة الوقود المحقونة(by opening the FO CV) وزيادة كمية NG المحقونة(by opening the NG CV).

**9.17 Shutdown of natural gas system during dual-fuel operation**

1.اذا تم اختيار(dual-fuel mode OFF) بواسطة المشغل،فان الوحدة تستمر فى الخدمة بواسطة الوقود الذى تم اختياره وهو فى هذة الحالة FO ،والوقود الذى لم يتم اختيارة يخرج shutdown وهو فى هذة الحالةNG .

2. FO fraction is increased to 100%

3. .ويتم زيادة نسبة الوقود المحقونة(by closing the FO CV) وتخفيض كمية NG المحقونة(by closing the NG CV) .

4.FO friction is increased the NG CV is closed ،عندما تستقر الوحدة على الوقودFO ،ففى هذه الحالةNG trip .

**Load Rejection 18.9 :**

تفريغ الحمل(unloading) الغير المقصود مصمم على اساس load rejection ،ويمكن تمييز نوعين من ال load rejection

1.A full load rejection :يحدث عندما يفصل المولد من الشبكة الى اى سبب ما.

2. A part load rejection :الوحدة تشتغل فى island mode .

**9.18.1 Load Rejection during Natural Gas Diffusion Mode Operation**

1**.**اذا تم كشف الload rejection ،فان GT controller يغيير من load controller الى speed controller ،وخلال فترة زمنية (100ms) يبدا ال speed controller فى اغلاق الصمام NG CV للتحكم فى سرعة الوحدة التى تزيد بسسبب load rejection .

2.يتم المحافظة على صمام NG CV فى الوضع الذى يتم فيه المحافظه على اقل تدفق للغاز والذى يحافظ على stable flames ،ويتم المحافظة على وضع الصمام حتى تقل السرعة الى rated speed ،ومن ثم يستلم speed controller للمحافظة على السرعة.

3. كمية تدفق للغاز الى الحوارق بواسطة NG CV والذى يحافظ على stable flames يكون اقل من zero-load operation ،ويتم زيادة فتح الصمام NG CV بواسطة التحكم للمحافظة على السرعة المطلوبة 3000rpm .

4.يبدا زيادة فى فتح الصمام NG CV تحت شرط stable flames ويتم وضع PG CV على minimum lift postion بواسطة التحكم،ويتم اغلاق صمامات pilot gas ball valves .

**9.18.2 Load Rejection during Natural Gas Premix Mode Operation**

**1.** load rejectionيحدث عندما يفصل المولد من الشبكة، وخلال فترة زمنية (100ms) يبدا ال speed controller فى اغلاق الصمام NG CV للتحكم فى سرعة الوحدة التى تزيد بسسبب load rejection .

2. كمية تدفق للغاز الى الحوارق بواسطة NG CV والذى يحافظ على stable flames يكون اقل من zero-load operation ،ويتم زيادة فتح الصمام NG CV بواسطة التحكم للمحافظة على السرعة المطلوبة 3000rpm.

3. يبدا زيادة فى فتح الصمام NG CV تحت شرط stable flames ويتم وضع PG CV على minimum lift postion بواسطة التحكم،ويتم اغلاق صمامات pilot gas ball valves.

4. minimum lift postionلصمام NG CVليس بالطول الكافى فى التاثير،وكذلك معدل تدفق الوقود عند شرط stable flames لا يكون بالمقدار الكافى وكذلك (combustion chamber hum) يحدث ،فالتغيير يحدث بسرعه منpremix to diffusion وذلك ليجارى load rejection ،ويتم فتح PG CV لتدعيم الـflames

**9.19 Rapid changeover from Natural Gas Premix to Diffusion**

هذا التغيير يحدث عندما ينخفض ضغط الغاز الى حد معين او زيادة الضغط بسرعة ويحدث عندما تستجيب مراقبات HUM ،وفى هذه الحالة PG CV faults او تخفيض الحمل الى مقدار معين او يتم تغيير الى diffusion mode .

وعند حدوث هذا التغيير من Premix to Diffusion فان PG CVيتم وضعه على وضع load rejection position ،ثم فتح صمامات الdiffusion ،واغلاق صمامات الpremix ،ويتم وضع درجة الحرارة عند base load temperature وتعزيزها الى peak load temperature .وبعد هذا الاوامر يتم وضع load temperature set point blocked ،وبعدها يتم التغيير الى diffusion mode .