جمهورية العراق
وزارة الكـــــهربـــــــاء
محطـــــة البزركان الغازيـــــة

منظومة الوقود

تقرير فني عن منظومة الوقود السائل والغازي واجزاءها
لمحـــرك (FT-8) المنصوب في محطة البزركـــان الغازية

اعداد

المهندس امير جبار الزبيدي

المحتويات

المقدمة

مقدمة ٢

تنويه ٢

الفصل الاول : منظومة الوقود الغازي

منصة الوقود الغازي ٣

لوحة الوحة الوقود الغازي ٥

موزع الغاز ٧

النوزلات ٨

تنظيف النوزلات باستخدام الغاز ٨

منظومة القدح ٩

الفصل الثاني : منظومة الوقود السائل

مواصفات الوقود السائل ١٠

منصة الوقود السائل ١٠

قابض مضخة الوقود ١٢

مضخة الوقود الرئيسية ١٣

لوحة الوقود السائل ١٣

مقسم الوقود ١٥

صمامات التصريف ١٦

تسلسل التشغيل ١٧

تسلسل الاطفاء ١٧

الانذار والقيادة العكسية ١٧

مقدمة

تقع جزء من مكونات نظام الوقود ضمن حدود الوحدة في الحقل الخارجي من المحرك على منصة الوقود المثبتة بجانب التوربين الغازي . ويقع الجزء الاخر من هذه المنظومة اسفل المحرك بصورة مباشرة .

يوفر هذا النظام وقود نظيف ومتعادل وضمن الشروط التشغيلية لمحركات التوربينات الغازية

يقوم نظام الوقود ب :

١- استلام الوقود من المصادر الخارجية
٢- ينظم تدفق الوقود الى المحرك استجابة لمدخلات سيطرة المحرك ((مثلا يقوم بتقليل تدفق الوقود عند تقليل الحمل والعكس كذلك وفق مدخلات السيطرة)) .
٣- يقوم بخلط الوقود مع الماء ((هذا النظام ملغي في محطتنا))
٤- تسليم هذا المزيج الى المحرك .

تنويه

- ان محرك FT-8 يعمل على نوعين من الوقود (الوقود الغازي والوقود السائل) .
- ان منظومة الوقود تكون متشابهة لكلا الوحدتين ٢ & ٣ وكذلك هي متشابهة لكل محرك من محرك A&B في كل وحدة انتاجية .
- يرجى تتبع المخططات الميكانيكية المرفقة في هذا التقرير لضمان الفهم الكامل لهذه المنظومة وتتبع اجزاءها وموقع كل جزء ورقمه التسلسلي .
- لسهولة تتبع هذه المنظومة ودراستها تم تقسيم كل منظمومة الى قسمين . قسم خارجي والذي يقع بجانب المحرك واطلق عليه اسم منصة نظام الوقود skid fuel system . وقسم داخلي يقع اسفل المحرك بصورة مباشرة اطلق عليه plate fuel system .

الفصل الاول

منظومة الوقود الغازي

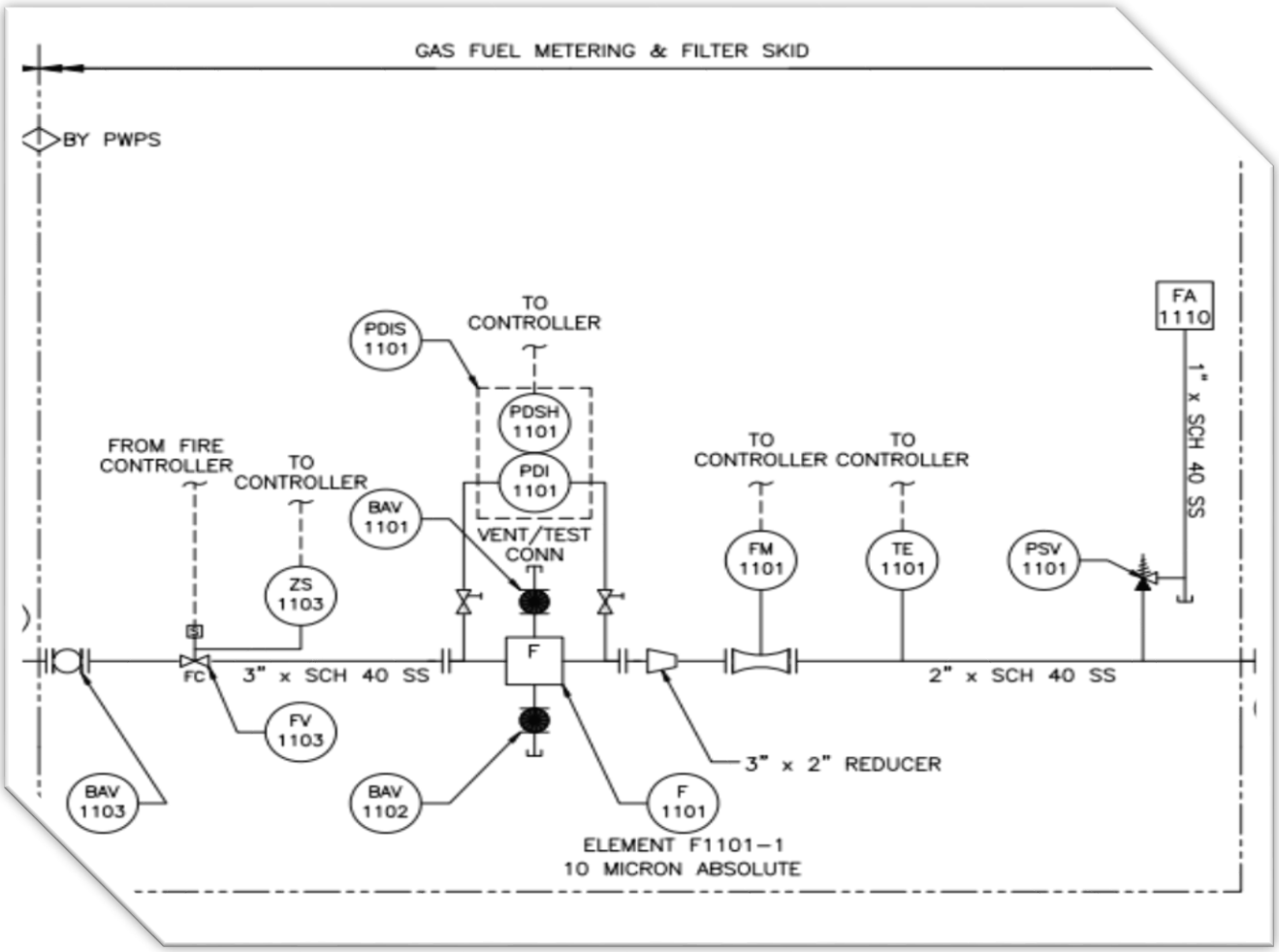
منصة الوقود الغازي skid gas fuel system

توجد هذه المنصة بجانب المحرك وتحتوي على صمامات ومتحسسات كما مبين في شكل رقم (١) والمخطط الميكانيكي شكل رقم (٢) .

تكون قدرة المحرك عند استخدام الوقود الغازي في حالة توفر الظروف الجوية القياسية :

- **25.4 MW**
- **35000 HP**
- **8950 BTU/KWH**

شكل (١) يوضح منصة الوقود الغازي



شكل (٢) المخطط الميكانيكي لمنصة الوقود الغازي

يجب ان تكون ظروف الغاز الواصلة الى المنصة والذي يدخل الى المحرك :

١- معدل التدفق 14300 lb/h كحد اعلى .

٢- الضغط يكون :

- 375 psi _ 32.8 bar min
- 500 psi _41.2 bar max

٣- درجة الحرارة تكون 115.6 °c _ 240 °f كحد اعلى

حيث يدخل الوقود الغازي بعد خروجه من الفلاتر الثانوية الى الصمام الكروي (ball valve) يرمز له (BAV1103) والذي يكون مغلق في العادة ومنه نقوم بالتنفيس اليدوي لانابيب الغاز .

ثم بعد ذلك يدخل الوقود الغازي الى صمام اطفاء الحريق يسمى (shut off valve) الذي يرمز له (FV 1103) والذي يكون مفتوحا في الغالب مما يسمح للوقود الغازي الذي يكون عالي الضغط بالدخول الى التوربين الغازي ويتم غلق وفتح هذا الصمام عن طريق وحدة التحكم حيث انه عندما يكتشف نظام الحماية من الحريق اي حريق في المحرك يطلب من صمام اطفاء الحريق وقف اطلاق تدفق الغاز فيغلق ويمنع مرور الغاز. وعند ترسيت نظام الحماية من الحريق يعود الصمام الى الفتح من جديد . يقع صمام الحماية من الحريق في الحقل

الخارجي من المحرك على منصة نظام الوقود كما موضح في الشكل (٢) و (٣) . ويعتبر هذا الصمام هو المسيطر الاول على دخول وقطع الغاز عن الوحدة .

يمر الوقود المتدفق من صمام الحريق الى فلتر (F 1101) ذو كفاءة تصفية 10 micron ، ويوجد على هذا الفلتر متحسس (PDI 1101) لقياس فرق الضغط بين الدخول والخروج من هذا الفلتر لمعرفة مدى كفاءة ونظافة الفلتر .

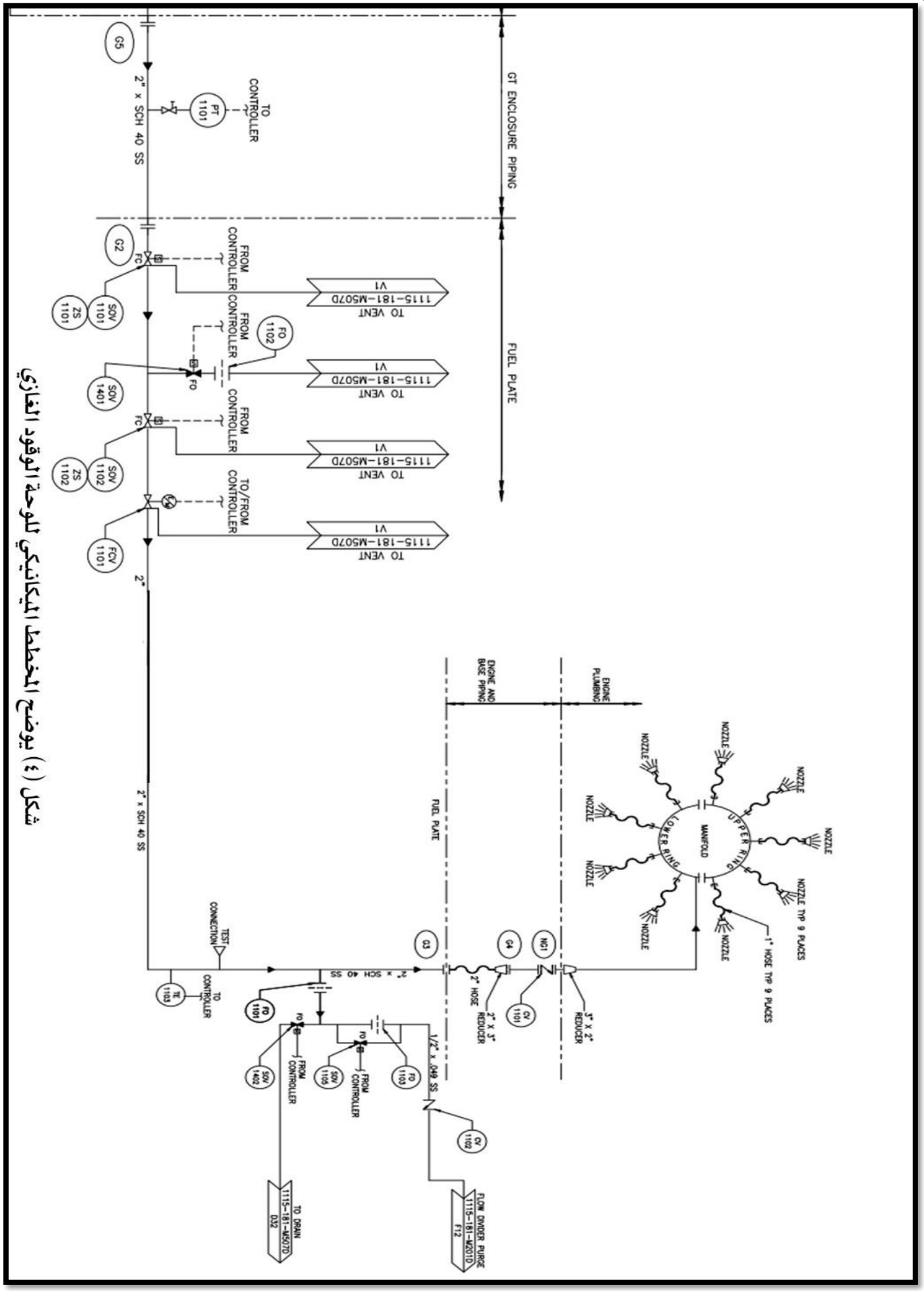
بعد الفلتر تم تثبيت عداد تدفق الوقود FM1101 لحساب كمية الوقود المجهز . بعد هذا العداد يمر الغاز على متحسسي (PT 1101) (TE 1101). لقياس ضغط ودرجة حرارة الغاز الداخل للتوربين . اذا انخفض ضغط الغاز الى اقل من (26 bar) 280 psig فان (PT 1101) سوف ينقل الاشارة الى وحدة السيطرة الرئيسية مسببا ظهور اشارة تنبيه للمشغل بانخفاظ ضغط الغاز .

بعد ذلك يمر على صمام حماية الضغط (PSV 1101) الذي يقوم بالحفاظ على ضغط الغاز ضمن الحدود المسموح بها حيث يقوم بالفتح وتنفيس الغاز عند تجاوز الضغط (660 PSIG-46 bar) . ويتم تصريف الغاز الى الجو من خلال انبوب مشترك ومن ثم خلال مانعة اللهب .

لوحة الوقود الغازي fuel gas plate

هي عبارة عن منصة مصغرة لحماية المكونات الرئيسية لنظام الوقود والماء وتقع تحت المحرك بصورة مباشرة وتحمل هذه اللوحة صمامات قطع الوقود الرئيسية كما موضح في شكل رقم (٣) .والمخطط الميكانيكي شكل رقم (٤)

شكل رقم (٣) لوحة الوقود الغازي



شكل (٤) يوضح المخطط الميكانيكي للوحة الوقود الغازي

وترتبط هذه الصمامات بصورة تسلسلية لضمان اكثر لقطع الوقود عن المحرك ويرمز لهما (SOV1101 and 1102) يربطان بشكل متوالي ويكون موقعهما في الزاوية اليمنى من مقدمة لوحة الوقود الوظيفة الرئيسية لهما هي السيطرة على دخول الوقد الى المحرك وهذه الصمامات تغلق ايضا عند :

١- فقدان الاشارة
٢- حدوث اطفاء طؤارئ emergency Fuel Chop Shut Downs

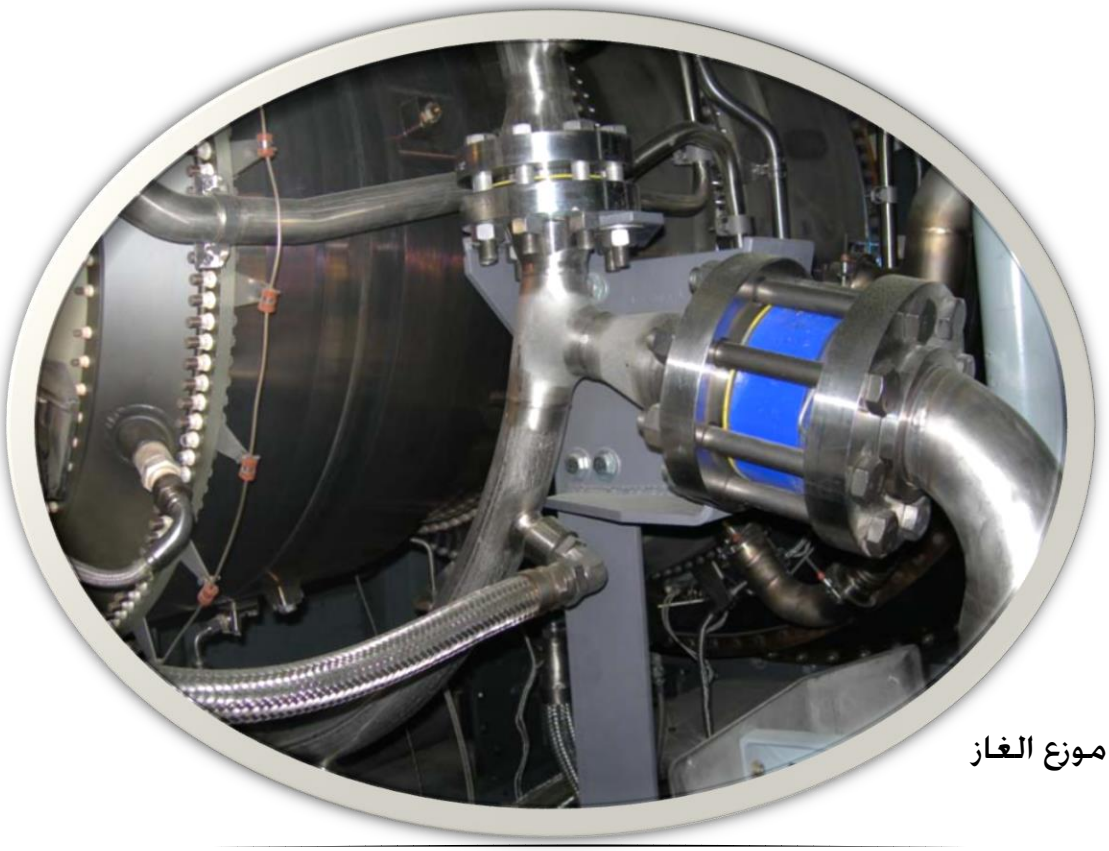
هذان الصمامان يديرهما صمام سولينويد وسيتخدم نظام الضغط لغلق الصمامان . ويقوم كلا الصمامين بتنفيس الغاز عن طريق انبوب تنفيس صمام الحماية من الحريق لضمان حصول التنفيس السريع للغاز . ويتم تنفيس الانبوب بين هذين الصمامين عن طريق (SOV1401) .

ثم يخرج الغاز من من صمامات القطع الرئيسية ليدخل الى صمام السيطرة على الجريان FCV 1101 . يقوم هذا الصمام بتنظيم كمية الوقود الداخلة الى غرف الاحتراق وذلك بالاعتماد عليا الاشارة القادمة من منظومة السيطرة والتي يتم تحديدها بالاعتماد على مجموعة متغيرات منها حمل الوحدة وسرعة كل من NH & NL &NP والطلب المستمر للاحمال على الشبكة وغيرها .

ويعتبر هذا الصمام المحطة الاخيرة من اجهزة السيطرة والتحكم على دخول الغاز الى الوحدة حيث يتوجه الغاز الى موزع الغاز Gas manifold الذي يقم بتوزيع الغاز على غرف الاحتراق بصورة متساوية .

موزع الغاز Gas manifold

موزع الغاز عبارة عن سلسة من الفروع التي تضمن التوزيع المتساوي في تدفق الوقود الغازي للنوزلات . يوجد في مدخل موزع الغاز صمام من نوع check valve ويرمز له (CV-1101) . كما موضح في شكل رقم (٥) .

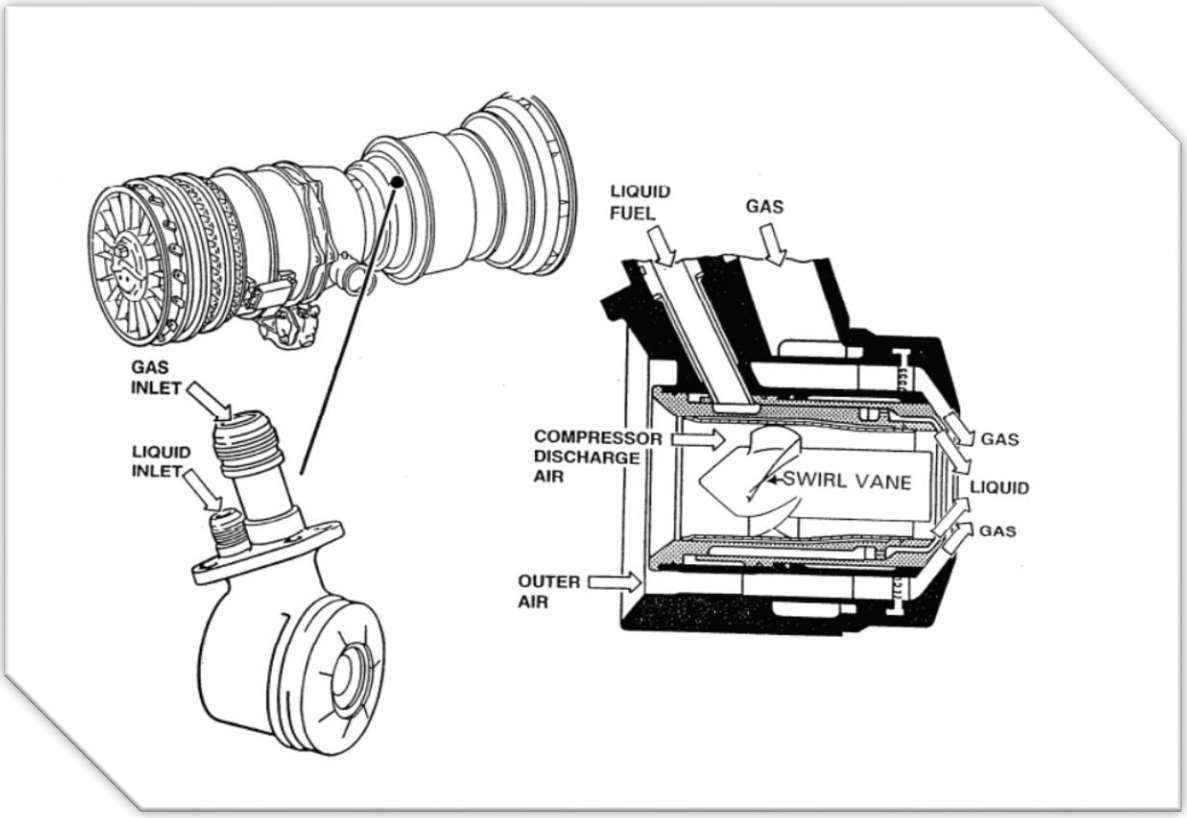


شكل (٥) موزع الغاز

فوهات الوقود المزدوجة Dual nozzle fuel

فوهات الوقود المزدوجة (النوزلات كما تسمى عرفا) تقوم بحقن كلا انواع الوقود السائل والغازي الى غرف الاحتراق شكل رقم () .وتقوم النوزلات بانشاء دوامات في تيارات الهواء و الغاز الداخلة الى النوزل هذه الدوامات تعمل على تجانس خليط الوقود للوصل الى اعلى كفاءة في الاحتراق .

في حال استخدام الوقود الغازي يتم حقن الماء في مجرى الوقود السائل من النوزل .



شكل (٦) فوهات الوقود المزدوجة (النوزلات)

تنظيف النوزلات باستخدام الغاز Gas purge

يستخدم جزء قليل من الغاز المتدفق في تنظيف وتطهير النوزلات المزدوجة عند استخدم حقن الوقود اوالماء حيث يعمل هذا الغاز على :

- ازالة كل بقايا السائل وبذلك تمنع تراكم الملوثات
- الحفاظ على ممرات السائل باردة لتمنع من تلف مقدمات الفوهة .

منظومة القدح Ignition system

توفر هذه المنظومة حدوث شرارة في غرفة رقم ٧&٤ من غرف الاحتراق . هذه المنظومة تتكون من صندوق اثارة او (أو صندوقين أصغر حجما) واثنين من قادحات الشرارة igniter plugs . صندوق الاثارة يقع في موقع الساعة ٠٦:٣٠ بين فلنجة E & F .

الفصل الثاني

منظومة الوقود السائل

مواصفات الوقود السائل

يجب ان تكون مواصفات الوقود السائل الداخل للمحرك ما يلي :

١- معدل التدفق 14600 lb/h كاعلى حد .

٢- ضغط الوقود يكون :

- 2.1 bar _ 30 psig اقل حد
- 5.2 bar _ 75 psig اعلى قيمة

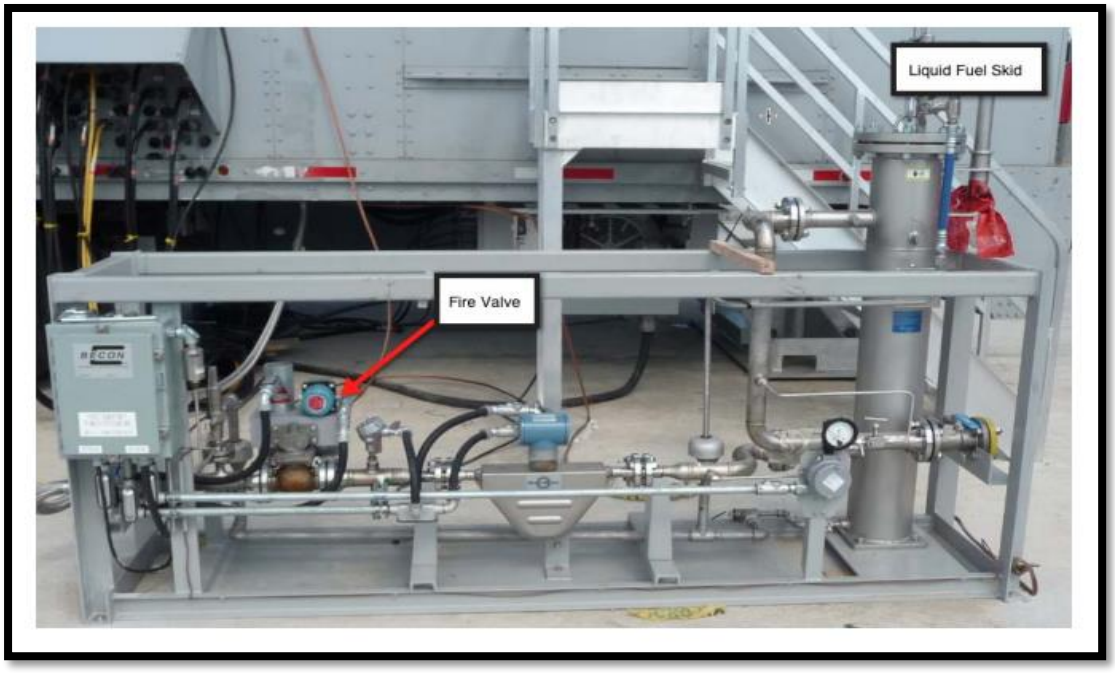
٣- درجة حرارة الوقود (110°C) 230 °F كاعلى قيمة

ان قدرة المحرك في حالى الوقود السائل وعند تزفر الظروف الجوية القياسية تكون :

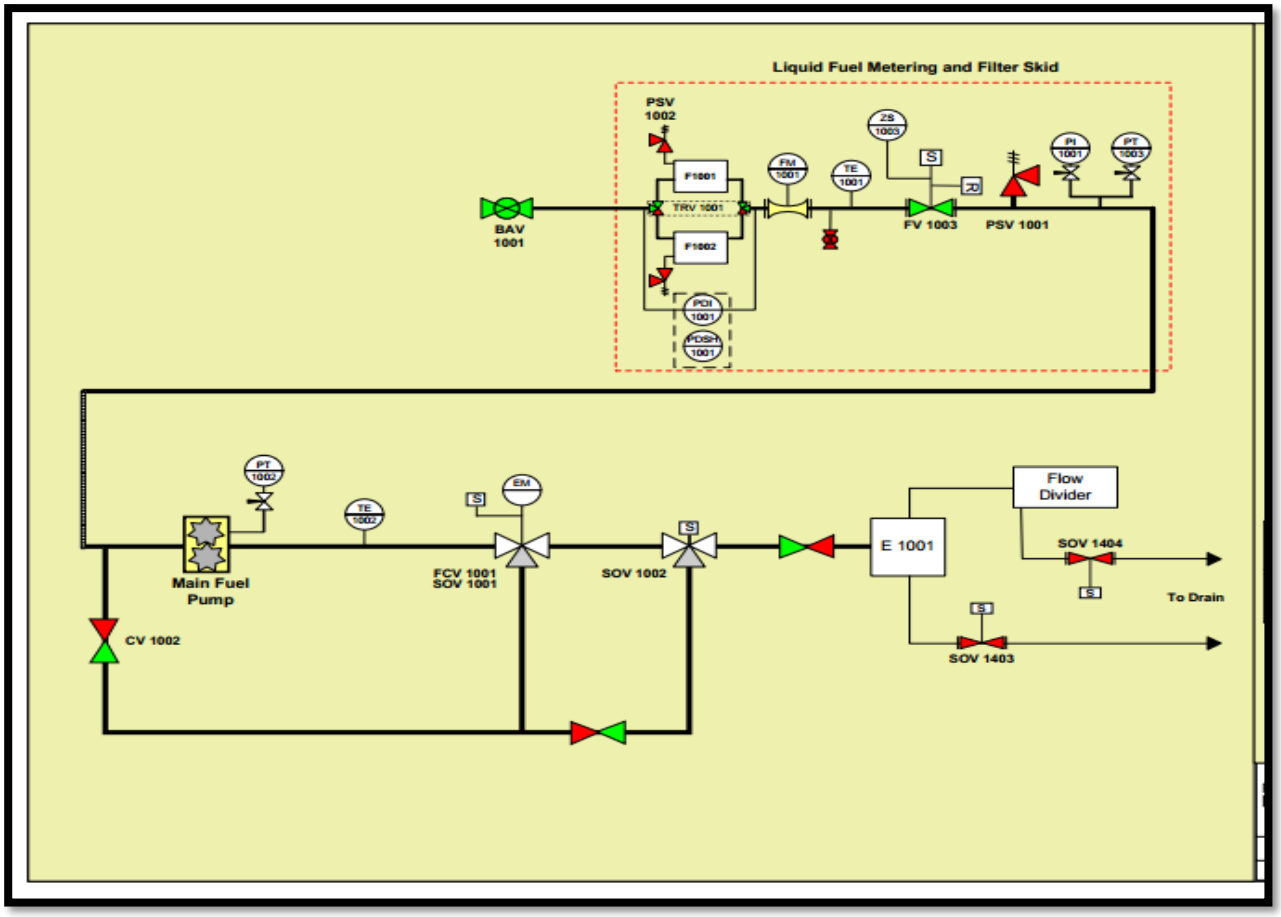
- 24.3 MW
- 33550 HP
- 9095 BTU/KWH

منصة الوقود السائل liquid **fuel skid**

يتجه الوقود السائل القادم من مضخات الشحن الى منصة نظام الوقود السائل المبينة في شكل (٧) والشكل (٨)



شكل (٧) منصة الوقود السائل

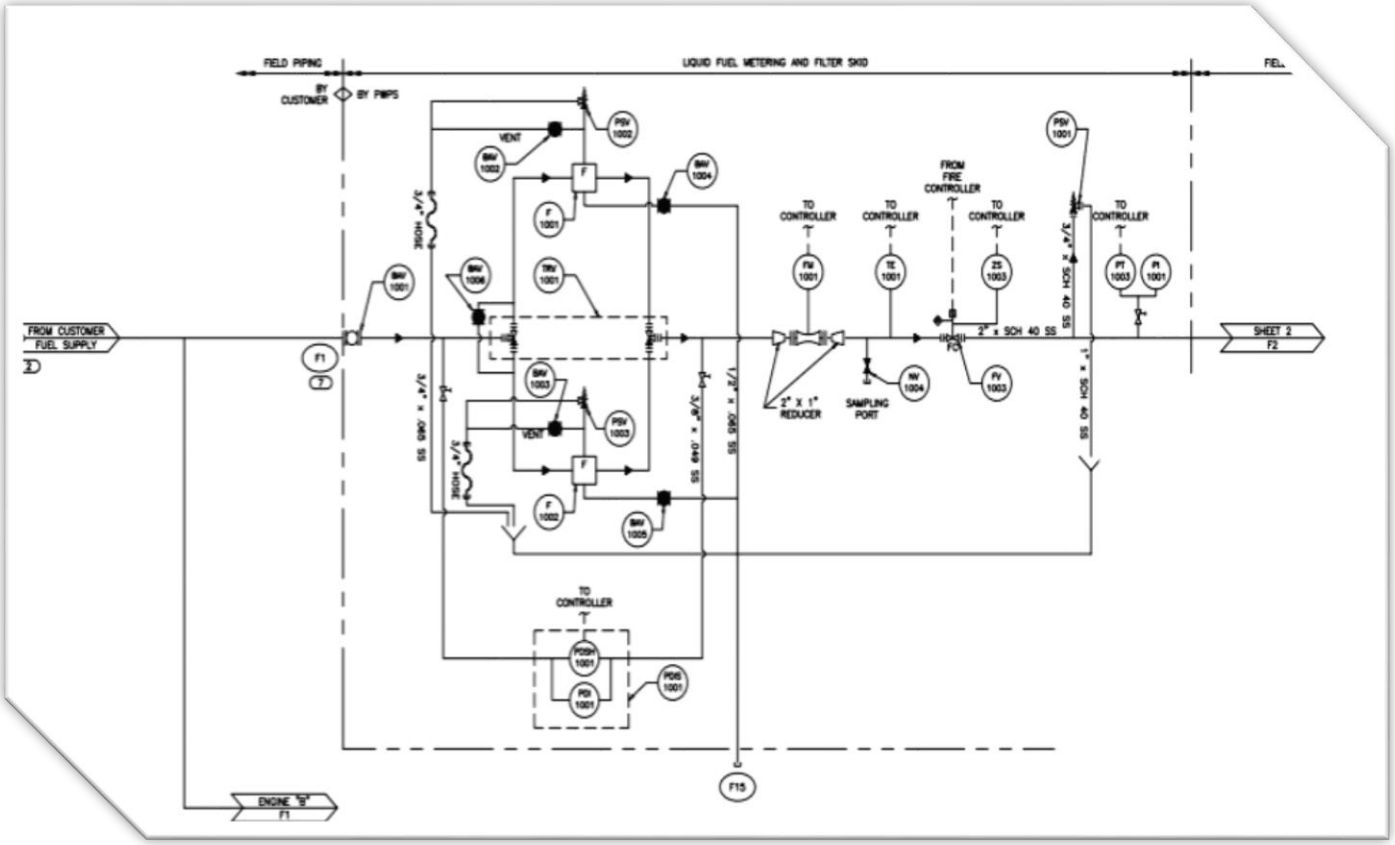


شكل (٨) مخطط توضيحي لمنظومة الوقود السائل

في بداية مسار الوقود السائل على منصة الوقود الصمام الكروي (BAV-1001) بعدها يوجد صمام الحماية من الحريق (shut off valve) ويرمز له FV-1001 ويكون عمله كما مر سابقا في منصة الوقود الغازي. وكذلك يمر على مجمع التصفية الذي يتكون من فلترين لتصفية الوقود (F-1001) & (F-1002) ذي كفاءة 20 micro يكون احدهما بالعمل والاخرى احتياط ويوجد على هذا الفلتر مقياس لقياس فرق الضغط بين جانبي الفلتر (PDSH-1001) لمعرفة نظافة الفلتر فعند وصول قيمة الفرق الى 25 psid فانه سوف يعطي انذار. وبعدها عداد لحساب كمية الوقود المتدفق (FM-1001) شكل(٩) ومن ثمة مقياس لقياس درجة حرارة الوقود (TE-1001) شكل(١٠) . كما يوجد صمام يسمى pressure safety valve يرمز له (PSV-1001) حيث يقوم بحماية الانابيب من الضغط الزائد لذلك يغلق عند وصول ضغط الوقود الى (135 psig _ 9.3 bar) بعدها يوجد متحسس لقياس ضغط الوقود يرمز له PT-1003 . حيث انه عند وصول الضغط الى 10 PSI اثناء العمل فانه سوف يعطي اشارة تنبيه للمشغل ، اما اذا وصل الضغط الى 1 PSI ولم يصل مولد الغازات الى السرعة البطيئة فانه سوف يقطع الوقود Fuel chop .

شكل (٩) مقياس معدل التدفق FM1001

شكل (١٠) مقياس درجة الحرارة TE 1001



شكل (١١) المخطط الميكانيكي لمنصة الوقود

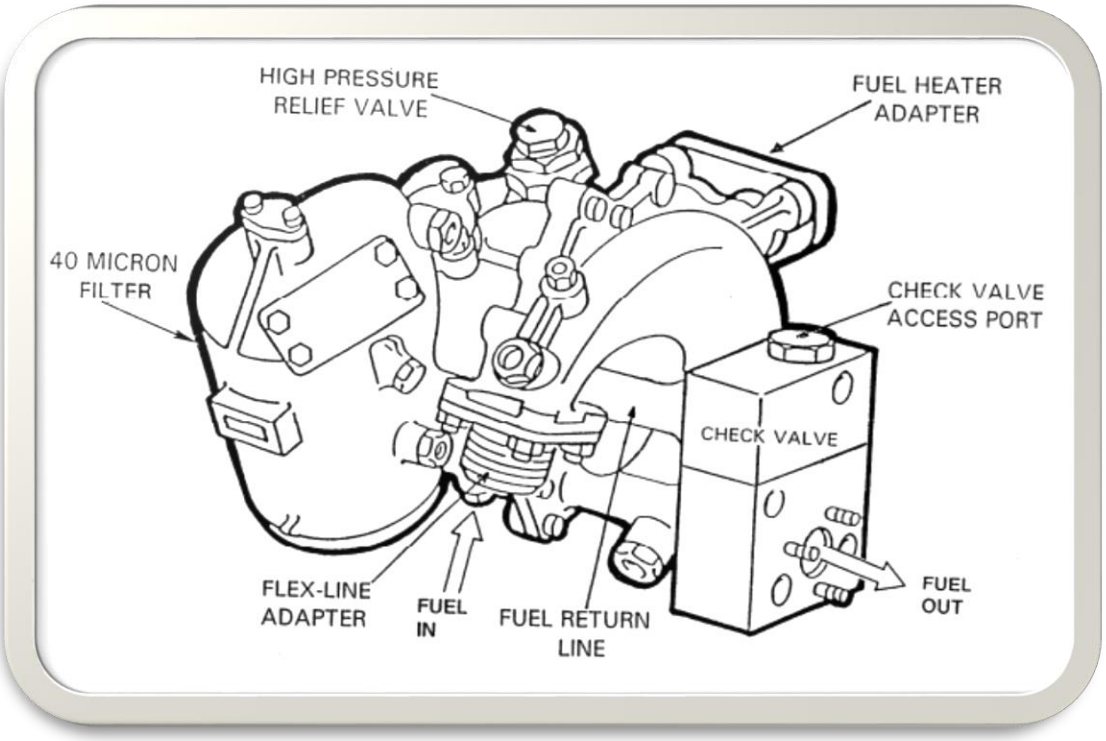
قابض مضخة الوقود السائل **liquid fuel pump clutch**

ان قابض مضخة الوقود يتلقى اشارة الدخول مرة واحدة فقط عند البداية عند تحديد الوقود السائل في تسلسل التشغيل في قائمة التشغيل الرئيسية وعند استخدام الوقود الغازي فان هذا القابظ يكون غير متعشق . ان هذا القابظ يقع بين مضخة الوقود وملحقات صندوق التروس كما موضح في شكل (١٢) . ان القابض يستخدم فولتية 125 VDC لتدوير ملف مغناطيسي لسحب سلسلة من اقراص القابض لاشراك مضخة الوقود وادخالها الى العمل .

شكل (١٢) القابظ ومضخة الوقود

مضخة الوقود الرئيسية وفلترالتصفية **The main fuel pump**

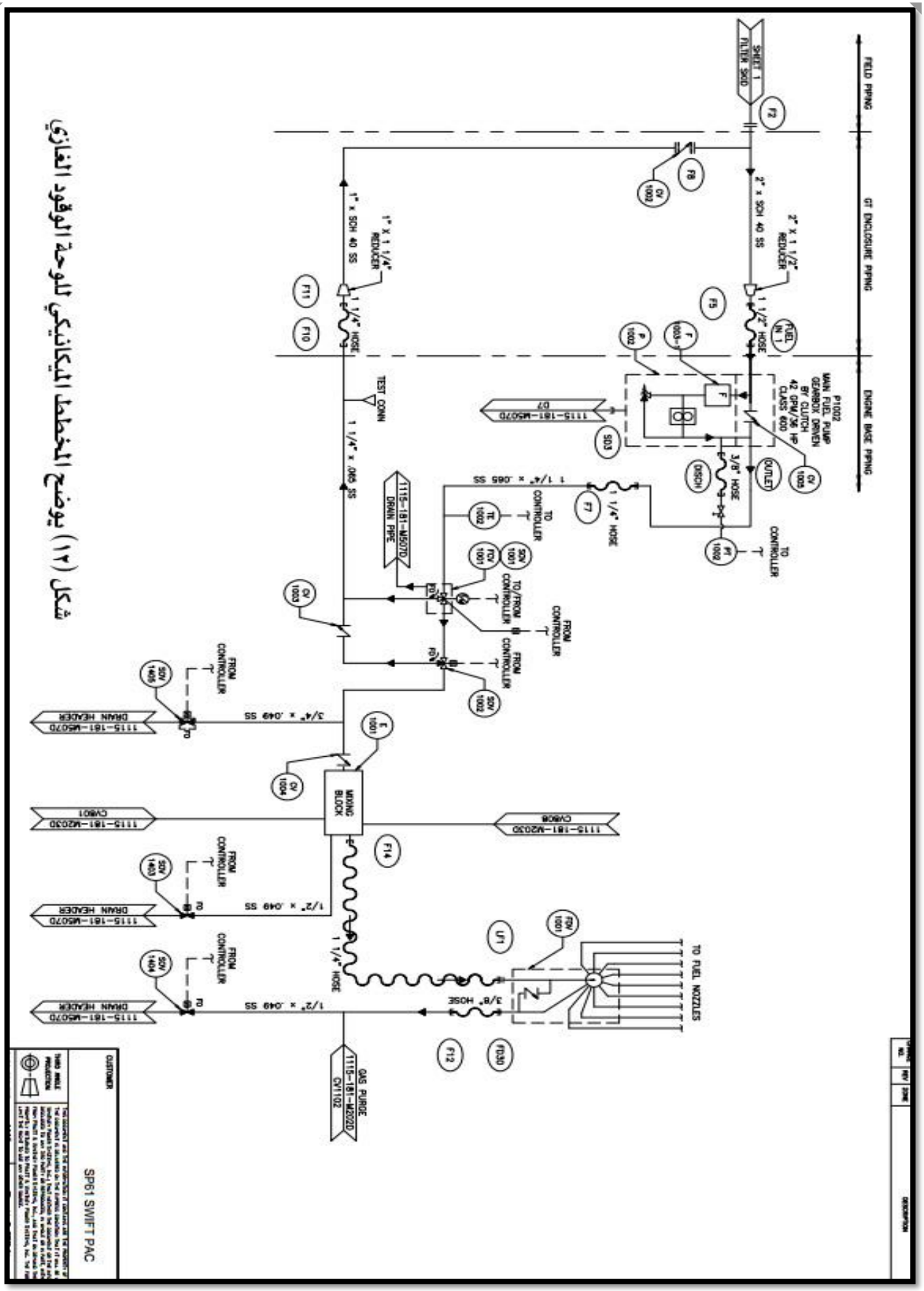
ان مضخة الوقود الرئيسيية P-1002 تقع في النهاية الامامية من قابض مضخة الوقود وتتكون من مضختين منفصلتين في كيس واحد كما موضح في شكل (١٣). كل مضخة من هذه المضخات تتكون من مرحلة واحدة وتكون من نوع الطرد المركزي التي تغذي مضخة من نوع positive displacement gear . تقوم هذه المضخة بدفع 42GPM كما يوجد بين المضختين فلتر 40-micron F-1003 . كماانه هناك صمام خلف بوستر المضخة يعمل عندما يفشل بوستر المضخة وكذلك لاعادة تدوير الوقود الدافئ .



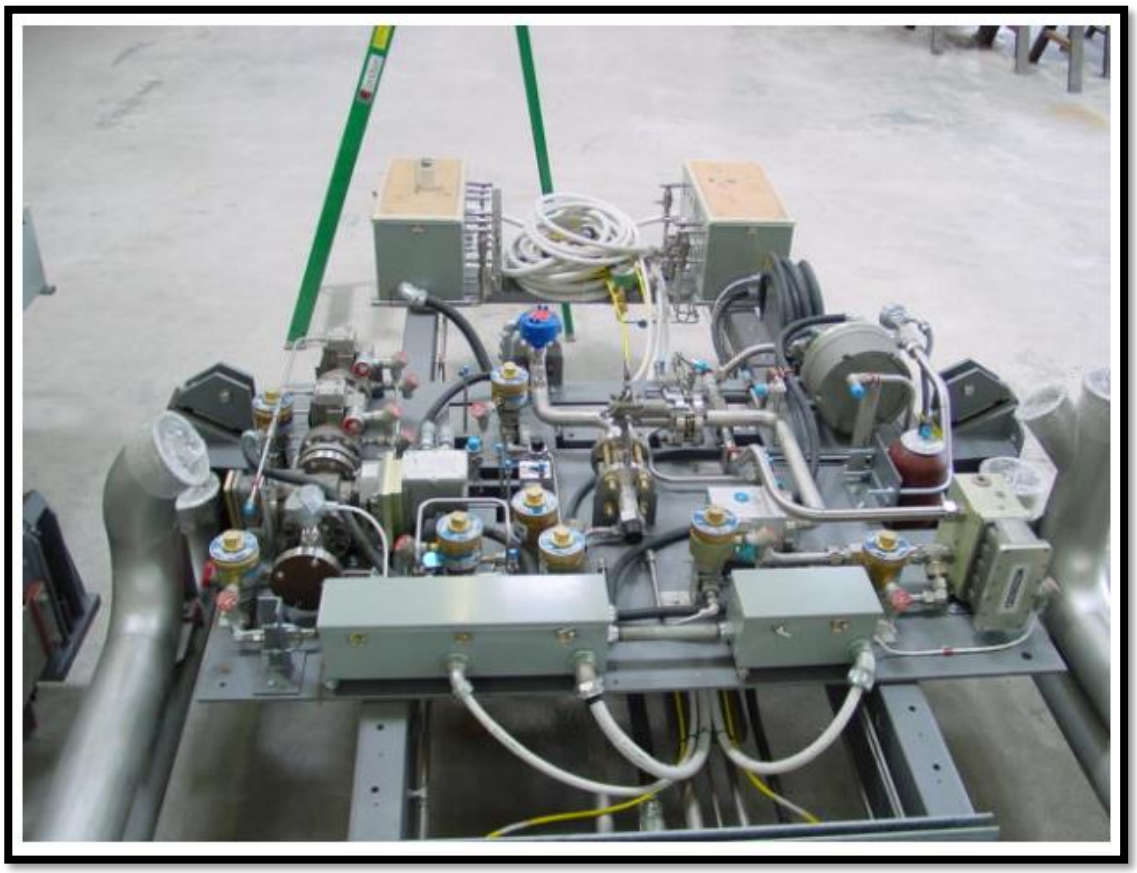
شكل (١٣) يوضح مضخة الوقود الرئيسية وفلترالتصفية

لوحة الوقود السائل **fuel plate**

هي عبارة عن منصة مصغرة لحماية المكونات الرئيسية لنظام حقن الوقود والماء . يتم مراقبة ضغط الوقود الخارج من المضخة بواسطة متحسس PT-1002 . بعدها يمر على متحسس لقياس درجة الحرارة TE1002 والذي يقوم بتفعيل نظام القيادة العكسية Drive Back اذا وصلت درجة حرارة الوقود الى (121°C) 250°F . بعد متحسس درجة الحرارة يوجد صمام على SOLENOID VALVE يرمز له SOV-1001 and 1002 الذي يعمل مع صمام السيطرة على التدفق FCV-1001 الذي يقع في الزاوية اليمنى في الامام من لوحة الوقود كما مين في المخطط الميكانيكي شكل (١٤) وشكل رقم (١٥) . ان هذا الصمام ينظم عملية تدفق الوقود حسب الحمل وحسب بيانات وحدة التحكم ويقوم باعادة الوقود او اعادة تدوير الوقود الفائض



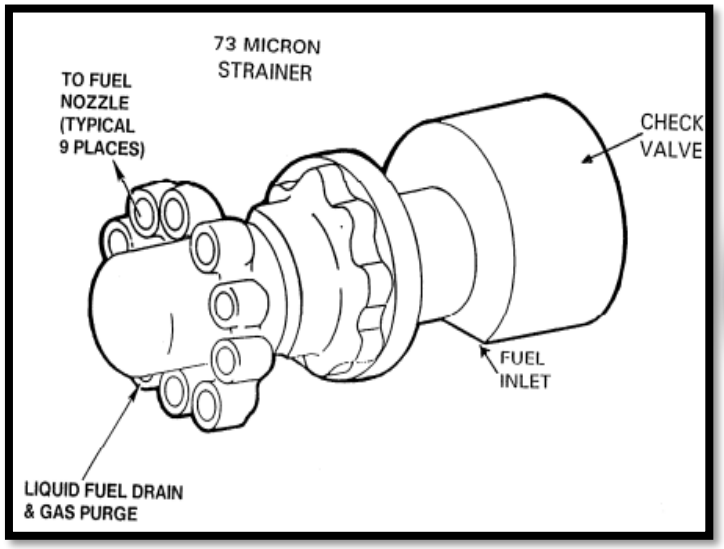
شكل (١٢) يوضح المخطط الميكانيكي للوحة الوقود الغازي



شكل رقم (١٥) لوحة الوقود السائل

مقسم الوقود FLOW DIVIDER

بعد صندوق الخلط الذي يرمز له E-1001 يمر الوقود او خليط الوقود والماء على مقسم الوقود الذي يقوم بعملية توزيع الوقود السائل او المختلط بصورة متساوية الى النوزلات التسعة . يقع هذا المقسم في منطقة الساعة ٦ خلف صندوق التروس كما يحتوي على مصفاة وصمام من نوع check valve كما موضح في شكل (١٦) وشكل (١٧)



شكل (١٦) و (١٧) يوضح مقسم الوقود

صمامات التصريف والتهوية Vent and Drain Valves

١- صمام التصريف SOV-1403 يكون مرتبط مرتبط مع صندوق الخلط mixing block ويكون :

- مفتوح خلال ايقاف التشغيل .
- يكون مغلق عندما يكون صمام الغاز SOV-1101 مفوحًا .
- ويغلق لثانيتين بعد ان يفتح صمام غلق الوقود السائل SOV-1001 .

٢- صمام التصريف SOV-1404 يكون مرتبط مع flow divider / fuel nozzles ويكون :

- يفتح بعد فشل بدء التشغيل
- يفتح بعد ايقاف التشغيل غير الطبيعي وذلك لكي يتخلص من الوقود الموجود في النوزلات لمنع انسدادها

٣- صمام التصريف SOV-1405 يكون مرتبط مع انابيب الوقود السائل ويقع بين SOV-1002 و صمام صندوق الخلط mixing block check valve CV-1004 ، حيث يقووم بتصريف الوقود المتبقي من الانابيب بين هذين الصمامين .

شكل (١٦) صمامات التصريف

تسلسل التشغيل Start Sequence

- عند اعطاء امر التشغيل فاذا كان ضغط التجهيز PT-1003 اعلى من 20 psi - 1.4 bar فان قابض مضخة الوقود سوف يتعشق
- بعد ثانيتين سوف تعمل المقادح , ويفتح صمام الوقود السائل SOV-1001 .
- صمام صندوق الخلط mixing block SOV-1403 سوف يغلق .
- بعد خمس ثوان من فتح صمام SOV-1001 سوف يفتح صمام SOV-1002.

تسلسل الاطفاء Shutoff Sequence

هناك ثلاثة اوامر تستطيع ايقاف نظام الوقود السائل :

١- Shutdown
٢- Successful Fuel Transfer
٣- Fuel Chop to Close Stop Valves

في كلا الحالات فان كلا من SOV-1001 and SOV-1002 سوف يغلقا , وسف يفتح صمام SOV-1403.

الانذار والقيادة العكسية Controlled Drive Back & Alarms

- اذا كان ضغط الغاز المجهز PT-1003 اقل من 20 psi فان تسلسل التشغيل start permissive سيكون غير مفعل .
- اذا انخفض ضغط الوقود PT-1003 خلال اشتغال المحرك الى (0.7 bar) 10 psig سوف يعطي تحذير انخفاض الضغط
- اذا ارتفع ضغط الوقود PT-1003 خلال اشتغال المحرك الى (5.5 bar) 80 psig سوف يعطي تحذير ارتفاع الضغط
- خلال الايقاف وبعد ان تغلق صمامات SOV سوف يتم مراقبة انخفاض سرعة NH فاذا لم تنخفض فان صمامات SOV سوف تعطي انذار
- يتم مراقبة درجة حرارة الوقود من خلال متحسس TE-1002 فاذا كانت درجة حرارة الوقود اعلى من ٢٣٠ °(110°C) F فانه سوف يتفعل نظام القيادة العكسية .
- خلال عمل المحرك اذا انخفظ ضغط الوقود PT-1003 الى (0.068 bar) 1 psig فانه سوف يتفعل نظام غلق الوقود fuel chop حيث يقوم هذا النظام بغلق الوقود بعد ان يصل GG الى السرعة البطيئة .