نظام التحكم فى التربينة الغازية
Description of Gas Turbine Control System

نظام التحكم فى التربينة يتكون من أجزاء معلومة قد جهزت للمعرفة الخاصة لمحطات الطاقة وهى مقصورة على الوصف الوظيفى لنظام التحكم مع شرح بعض المنحنيات للعمليات المؤثرة على تشغيل محطة التوليد. ونظام التحكم متصل بمجموعات تحكم تقوم بمتابعة العمل أتوماتيكيا لمولدات التربينة الغازية، وأيضا العمل فى حالة حدوث مشاكل على الوحدة سواء كانت خارجية أو داخلية وحتى أثناء التشغيل والتحميل وعادة توضع نقطة اختيار للحمل المطلوب تحميله على الوحدة (Set point) اللازم لتغذية الشبكة طبقا لمتطلبات الشبكة سواء بالرفع أو خفض الأحمال حسب قيمة الذبذبة فى الشبكة وعادة يطلب الحمل المرغوب للشبكة فى جمهورية مصر العربية بواسطة مركز التحكم القومي للطاقة الذى يقوم بمراقبة أحمال الشبكة.

يراقب حمل الوحدة بأجهزة مراقبة ترسل إشارة كهربية إلى جهاز التحكم الكهربى أو الميكانيكى E.H.C & M.H.C (حسب المختار فى الخدمة) وتتحول هذه الأشارة إلى إشارة فى ضغط الزيت الثانوى Secondary oil pressure الذى يقوم بعمل فتح أو غلق لبلف الوقود الغازى أو السائل أو كلاهما حسب نوع الوقود المختار على الوحدة وبالتالى يمكن التحكم فى حمل الوحدة حسب الطلب من رفع أو خفض أحمال وإشارة التحكم هى :-

1- الحمل / الذبذبة
2- درجة حرارة خرج التربينة
3- السرعة

ونظام التحكم كما هو موضح بالرسم التالى يتكون من:-

1- منظم السرعة Speed controller
2- رابط سرعة البدء Speed run up interface
3- منظم حمل / ذبذبة Load / Frequency controller
4- منظم حدود درجة الحرارة Temperature limit controller
5- بوابة أدنى قيمة Minimum value gate
6- مجزء الوقود Fuel proportioner
7- منظم بلف التحكم Valve lift controller { E.H.C - MH.C }

Start-up Control

تبدأ التربينة الغازية فى التشغيل من الحركة البطيئة (112 لفة / دقيقة) عن طريق (Static frequency converter) وعندما يفتح Fuel emergency valve يتدفق الوقود عن طريق (minimum flow) ويدخل نظام التحكم من البداية (start -up control) فى العمل وعندما تصل سرعة التربينة 33% من السرعة الكاملة نفتح بلف التحكم تابعا زمن البرنامج . ثم بعد ذلك يتبع السرعة

- Time contralled opening of control valve h = F(0)
- Speed contralled limitation of " " " lift h = F(n)

ويمر كل من التحكم عن طريق الزمن وعن طريق السرعة على Minimum value gate والقيمة الأقل هي التي تمر اثناء بدء التشغيل ويلاحظ هنا أنه إذا كانت فتحة بلف التحكم دالة فى الزمن F (t) يمكن للوحدة أن تصل إلى معدلها النهائى فى السرعة وهى فى برنامج البدء بدون تتابع درجات الحرارة التى تسبب إجهادات حرارية على الوحدة وفى حالة خطأ فى برنامج البدء فى التشغيل أوفى حالة الـ Block start أو عيب فى الـ power الخاصة بـ الـ (S.F.C) تكون فتحة بلف التحكم دالة فى السرعة F (n) وهذا يعمل على منع إرتفاع درجات الحرارة إلى معدل أكثر من الطبيعى عند السرعات البطيئة .

Speed converter

ملاحظة :

حاكم السرعة هام جدا حيث أنه يقوم بعمل تحكم كامل للتربينة الغازية أثناء البدء فى التشغيل وعند عمل التوافق مع الشبكة (Synchronizing) وحتى فى حالة العمل بالتحكم على الحمل (Load control) وأيضا فى حالة زيادة السرعة عن 110% من السرعة الكاملة

يمكن أن تعمل التربينة الغازية بالتحكم عن طريق التحكم الميكانيكى hydraulic speed governor أو التحكم عن طريق التحكم الكهربى electrical controller المستخدم دائما.

hydraulic speed governor operation on stable grid

- فى الرسم الموضح نجد أن :-

1- الخط المنقط هو منحنى خواص الحاكم الميكانيكي M . H . C
2- الخط الأسود هو منحنى خواص الشبكة

ويلاحظ من الرسم أن نسبة ميل منحنى خواص الحاكم الميكانيكى يعادل نسبةالضبط setting الخاص بالحاكم الميكانيكى وميل فى الإتجاة الأقل يقابله تقليل فى نسبة السرعة (%) حتى فى حالة زيادة الحمل من صفر إلى 100% .

3- فى الأمور العادية يجب أن يكون تردد الشبكة يطابق سرعة الدوران أي نقطالتقاطع الوضحة بالشكل وهى P_1 , P_2 أو P_1 ' - P_2 '

- منحنى خواص الشبكة grid char. فى الشكل السابق يكون وضعه إفقى فقط فى حالة الشبكة الموحدة حيث تكون كبيرة جدا بالنسبة لخرج الوحدة ، وكما هو مبين فى الشكل الأتى نجد أن

- إذا تغيرت السرعة frequency بمقدار (ΔF) يحدث تغيير فى الحمل (ΔP) والعلاقة بينهم جبرية تعنى مجموع نسب الموازنة للوحدات المغذية للشبكة الموحدة حيث أنه إذا كان مولد التربينة يغذى الشبكة بقدرة (P) فيحدث تغيير فى السرعة (F) وهذا هام جدا حيث يعتبر دالة نسبية بين الطاقة المولدة والطاقة الموجودة على الشبكة

بإختصار نجد أن التغيير فى متطلبات الطاقة على الشبكة يجعل تغيير السرعة يؤدى إلى إرتفاع نسبى فى حالة الحمل واللاحمل لمولدات التربينة بينما الـ (Set point) للسرعة تبقى ثابتة. نتيجة لهذة الخواص نجد أن التحكم عن طريق (Frequency/ load) يعتمد عليه كأساس فى حالة الشبكات الصغيرة حيث يكون خارج التربينة وسرعتها تتبع متطلبات الشبكة أما فى حالة الشبكات الموحدة الكبيرة نجد أ، التحكم عن طريق (Frequency / load) غير مناسب.

Frequency / Load controller

- يستخدم التحكم المركب من التردد والحمل فى التحكم أثناء التشغيل وأثناء الحمل واللاحمل unloading &loading لمولد التربينة فقط عندما يكون منحنى خواص التحميل دالة فى الزمن Ps = F(t) ويتكون هذا الحاكم المركب من دوائر تخص التشغيل على شبكة موحدة أو جزيرة (منطقة) مستقلة

*** Operation on stable grid** *** Islanding**

- وظيفة الدائرة هى أن تقوم بعمل مقارنة للحمل الفعلى P_{act} مع الحمل المثبته عليه الوحدة مع السماح بإنحراف بسيط للذبذبة فى حدود 5% وإذا زاد الإنحراف للذبذبة أكثر من ذلك يكون لحاكم الذبذبة تأثير ويحدث Over frequency

- فى حالة الشبكات المستقرة نجد أن إنحراف العمل فى المتوسط يساوى الصفر وإذا زاد هذا الإنحراف إلى 10% معناه وجود خطأ فى مسار نقل القدرة ويفهمها الحاكم أتوماتيكيا ويتعامل معها كأنها

(island Grid) ويدخل حاكم الذبذبة (Frequency controller) فى العمل ليعدل خطأ مسار نقل القدرة وينزل إنذار over / under froquency يمكن عن طريق مفتاح فى لوحة التحكم (rais / lower) تقليل أو رفع الذبذبة.

Loading characteristic

بعد عمل التوافق للوحدة الغازية تكون الوحدة على الشبكة بحمل قدره 20 ميجاوات قد ضبط فى الحاكم سواء كان الإختبار (Normal oper. ll MW/min) أو Fast gradient 30 MW/min وتستمر الوحدة فى التحميل حتى تتجاوز درجة حرارة عادم الغازات درجة الحرارة الأساسية Base temp بمقدار 20° م يتحول التحميل إلى معدل بطئ (Slow) قدره 4ميجاوات /دقيقة كما هو موضح بالرسم المقابل

- عندما تأخذ الوحدة الغازية unloading تتبع الـ Normal gradient حتى تصل إلى الصفر ميجاوات.

يوجد جهازين لإظهار الفرق فى الـ power set point أثناء إجراءالتحميل للوحدة الغازية:

- الجهاز الموجود أسفل فى لوحة التحكم لبيان Adjustable target value
- الجهاز فى أعلى لوحة التحكم هو Actual power

- بعد الـ emergency loading بزمن محدود يتم الإختبار مرة أخرى على loading Normal لتجنب الإجهادات الحرارية التى يمكن أن تتعرض لها ريش التربينة وعندها مبين التحكم بالحمل (load controller)يكون فى العمل .

Temperature

يعمل الحاكم بدرجة الحرارة وذلك لتفادى الإجهادات الحرارية التى يمكن أن تتعرض لها ريش التربينة وهذا يدخل عن طريق (minimum valve gate) لكل من درجة حرارة خرج التربينة وحاكم الحمل

/ ذبذبة Temp limiter and frequency / load controller والتحكم عن طريق درجة الحرارة (درجة حرارة خرج التربينة) وهي درجة حرارة محسوبة عن طريق عدد 6 (thermocouples) موجودين على خرج التربينة من المعادلة التالية

$$T = (T_1+T_2+T_3+T_4+T_5+T_6) / 6 - 0.46\ T_{in}$$

حيث

T : درجة الحرارة المحسوبة

T_1, T_2,- : درجة الحرارة المقاسة

T_{in} : درجة حرارة دخل الكباس

وفى حالة فشل أحد أجهزة قياس درجة الحرارة يخرج من المعادلة ويقسم على (5) بدلا من (6) ويوجد أيضا على خرج التربينه عدد 2 (Thermocouples) وهى حماية للوحدة الغازية.

عندما يحس حاكم الحمل بإرتفاع الحمل الذى يزيد من درجة حرارة خرج التربينة المحسوبة T ومنها يدخل حاكم درجة حرارة خرج التربينة فى العمل وتضاء اللمبة الخاصة به حتى تعود درجة حرارة خرج التربينة إلى درجة الحرارة المضبوطة setting temp ويدخل بعدها مرة إخرى load controler فى العمل سواء كان ذلك أثناء التشغيل على Base or peak load وفى الوضع العادى يكون Temp limit control فى العمل بين درجتى الحرارة °C (503-536)

ENG\ ASHRAF MAHER
EGYPT