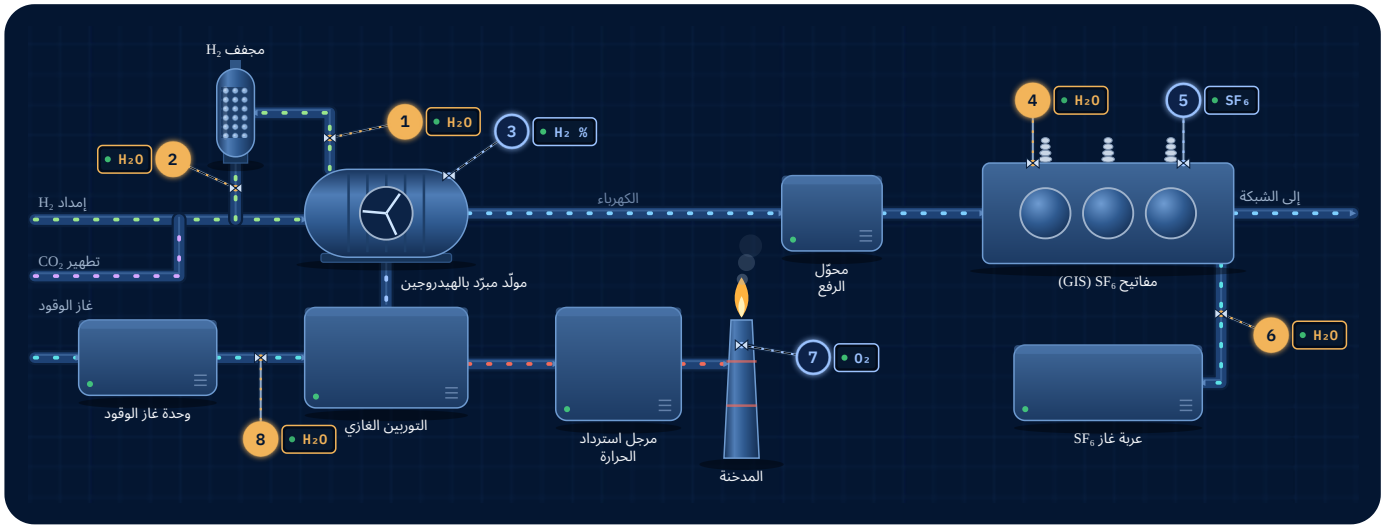
توليد الكهرباء والشبكة: أين تُقاس الرطوبة و O_2 و SF_6

تابع غاز الوقود إلى التوربين، والهيدروجين حول المولّد، والكهرباء عبر مفاتيح SF_6. تعرض كل نقطة مرقّمة ما يُقاس، والحد النموذجي، والجهاز المناسب.



● جهاز YORK ○ نظام متكامل (يُورَّد عبر YORK)

كيف تعمل العملية

تستخدم المحطة الغازية ثلاثة غازات تحتاج إلى مراقبة: غاز الوقود الداخل إلى التوربين، والهيدروجين الذي يبرّد المولّد، و SF_6 الذي يعزل المفاتيح. الرطوبة هي العدو الأول في الثلاثة، لذا معظم هذه النقاط قياسات نقطة ندى، وكثير منها بأجهزة محمولة أثناء الصيانة.

1. **تهيئة غاز الوقود.** ترشّح وحدة غاز الوقود الغاز وتسخّنه ليصل إلى التوربين محمّصاً فوق نقطتي ندى الماء والهيدروكربونات.
2. **التوربين الغازي واسترداد الحرارة.** يولّد عادم التوربين البخار في مرجل استرداد الحرارة. ويبيّن أكسجين غاز المداخن كمية الهواء الزائد المستخدمة.
3. **المولّد المبرّد بالهيدروجين.** تُبرَّد المولّدات الكبيرة بالهيدروجين لأنه يقلل فقد الاحتكاك الهوائي. يحافظ المجفف على جفاف الهيدروجين، ويُستخدم CO_2 لتطهير الغلاف قبل تعبئته أو فتحه.
4. **محوّل الرفع وساحة المفاتيح.** يرفع المحوّل الجهد، وتصل المفاتيح المعزولة بغاز SF_6 المحطة بالشبكة.
5. **التعامل مع SF_6.** تسترد عربات الغاز SF_6 وترشّحه وتعيد تعبئته أثناء الصيانة. ويُفحص الغاز المسترد قبل إعادته إلى الخدمة.

النسخة التفاعلية المتحركة:
https://www.yorkinstrument.ae/ar/guides/power-generation-grid-measurement-points/

نقاط القياس

#	النقطة	يقيس	القيمة النموذجية / الحد	الحل المقترح
1	غاز غلاف المولّد (مدخل المجفف)	نقطة ندى الماء في الهيدروجين	لا يوجد حد منشور موحّد من المصنّعين؛ تستهدف إحدى شركات الكهرباء ≥ −18 °C ويُفضَّل −29 °C. وسُجّلت قراءات ميدانية بين −7 و +21 °C	DPT990-EX, DPT-600 Plus-EX
2	مخرج مجفف الهيدروجين	نقطة ندى الماء	يجب أن تكون أدنى بكثير من غاز الغلاف: الفرق يبيّن أن المجفف يعمل	DPT990-EX
3	غاز غلاف المولّد	نقاوة H_2؛ و H_2 في CO_2 و CO_2 في الهواء أثناء التطهير	تعمل إحدى المحطات فوق 90 % وتنفّس وتعيد التعبئة دون 90 %؛ كل انخفاض 1 % في النقاوة يضيف نحو 1 % من فقد الاحتكاك الهوائي	نظام متكامل: محلل نقاوة H_2 بالتوصيل الحراري بثلاثة نطاقات (H_2 في الهواء، H_2 في CO_2، CO_2 في الهواء)
4	حجرة المفاتيح المعزولة بـ SF_6	الرطوبة في SF_6 (ppmv / نقطة الندى)	نقاط ندى المعدات عادةً بين −60 و −5 °C. مرجع IEC 62271-1 ≈ 574 ppmv عند 700 kPa؛ وحدود المصنّعين 70–1000 ppmv حسب نوع المعدة	DM9600P, DM9600PL, DPT-600 Plus
5	حجرة SF_6 بعد الأعطال	نقاوة SF_6 ونواتج التحلل (SO_2 و SOF_2 و HF)	الهواء + 2 ≤ CF_4 % لإعادة الاستخدام؛ ونواتج التحلل مقبولة حتى 100 ppmv، و 50 ppmv لإعادة الاستخدام (CIGRE)	نظام متكامل: محلل نقاوة SF_6 (سرعة الصوت أو التوصيل الحراري أو NDIR) ومحلل نواتج التحلل
6	SF_6 المسترد لإعادة الاستخدام	الرطوبة في SF_6	حدود CIGRE لإعادة الاستخدام: 120 ppmv عند 2 MPa، و 320 ppmv عند 500 kPa، و 1600 ppmv عند 100 kPa	DM9600P, DPT-600 Plus
7	غاز مداخن مرجل استرداد الحرارة / المرجل	الأكسجين الزائد	نحو 2–3 % O_2 للغاز الطبيعي؛ كل خفض بنسبة 15 % في الهواء الزائد يرفع الكفاءة نحو 1 % (وزارة الطاقة الأمريكية)	POA3500; نظام متكامل: مسبار أكسجين زركونيا داخل المدخنة للتحكم بالاحتراق
8	وحدة غاز وقود التوربين	نقطة ندى الماء	يجب أن يُورَّد الوقود أعلى من أعلى نقطة ندى له بما لا يقل عن 11 °C (مواصفة أحد مصنّعي التوربينات)	DPT810, DPT990-EX

قيم نموذجية من معايير ولوائح وأدبيات فنية منشورة. تبقى مواصفة العقد أو المرخِّص أو المصنع هي المرجع دائماً. توفر YORK الأنظمة المتكاملة عبر مصنع التكامل الشريك.

أهم المراجع

1. Hydrogen Dryers Cut Windage Loss at CP&L — Power Engineering
2. Water Contamination in Hydrogen-Cooled Generators — Power Engineering
3. Retrofitted Hydrogen Gas Analyzer Readings More Accurate and Reliable — Power Engineering
4. SF_6 moisture presentation, IEEE PES Substations Committee WG K6 (2012) — IEEE
5. SF_6 recycling and CIGRE re-use limits, SF_6 Emission Reduction conference (2000) — US EPA
6. TB 723 SF_6 Measurement Guide — CIGRE
7. Steam Tip Sheet #4: Improve Your Boiler's Combustion Efficiency — US DOE (NREL)
8. OEM natural gas fuel specification (utility RFP appendix) — Public Service Company of Oklahoma