غاز سادس فلوريد الكبريت SF6 (Sulfur Hexafluoride)

اعداد وترتيب أكرم راضي ناصر
akramr772@gmail.com

غاز الـ SF6

-

الوصف	هو غاز مصنع ويرمز له بـ SF6 وهو المختصر العلمي لغاز Sulphur Hexafluoride. فغاز الـ SF6 هو الغاز المستعملُ في أجهزةِ الطاقة الكهربائيةِ، وهو غاز عديم الرائحةُ وعديم اللونُ، وهو غاز مستقرّ كيمياويا وغير قابل للاشتعال، وهذا يَعْني بأنّه في درجةِ حرارة الغرفةِ لا يتفاعل مع أيّ مادة أخرى.
كيف يتشكل؟	يشكل غاز الـ SF6 تفاعل كيمياوي بين الكبريتِ والفلورينِ المائعِ، الفلورين المستحصل عليه بالتحليل الكهربائي لحامضِ هايدروفلورك Hydrofluoric Acid (HF).
ما سبب استقراريه الغاز	يَجيءُ الاستقرار في هذا الغاز مِنْ الترتيبِ المتماثلِ والمتوازن مِنْ ذرّاتِ الفلورينَ الستّ حول ذرّةِ الكبريتِ المركزيةِ، وهذا الاستقرار فقط هو الذي يَجْعلُ من استعمال هذا لغازَ مفيدَ في الأجهزةِ الكهربائيةِ.
خصائص الغاز	يستخدم هذا الغاز في كثير من التطبيقات الكهربائية من قواطع الجهد العالي ومحطات التحويل المعزولة بهذا الغاز (GIS- Gas Insulated Substation)، لما يمتلكه من خصائص ومن أهمها: **1**. قوة ومتانة عزله (Dielectric Strength): حيث أن قوة ومتانة عزله تصل الى 2.5 مرة متانة عزل الهواء. **2**. جهد الانهيار (Breakdown Voltage): جهد الانهيار للغاز هو الجهد الكهربائي الذي يتعرض فيه الغاز الى الانهيار الكهربائية ويصبح موصلا للكهرباء، يتمتع غاز سادس فلوريد الكبريت (SF6) بجهد انهيار مرتفع جدا مما يتيح استخدامه في تطبيقات الجهد العالي. **3**. اخماد القوس الكهربائي (Arc Extinction): يتمتع غاز سادس فلوريد الكبريت (SF6) بقدرة عالية على إخماد القوس الكهربائي. **4**. مقاومته لمرور التيار (Insulation Resistance): يتمتع غاز سادس فلوريد الكبريت (SF6) بمقاومة عزل عالية لمرور تيارات التسرب (Leakage Currents). **5**. مقاومة الصدأ (Corrosion Resistance): يوفر غاز سادس فلوريد الكبريت (SF6) مقاومة عالية للتفاعلات الكيميائية وتعرض المعادن للصدأ. **6**. خصائص الشفاء الذاتي (Self-Healing Properties): الشرارة الناتجة عن الفصل والتوصيل فيه تؤدي الى تأيين ذرات الغاز، وهذه الأيونات الناتجة تتحد مع ذرات غاز SF6، وينتج غاز SF6 جديد، ونتيجة لذلك فان الغاز لا يفقد عازليته الكهربائية أبداً لأنه يتجدد تلقائياً. **7**. غير قابل للاشتعال (Non-Flammable Gas). **8**. غير سام (Non-Toxic Gas). **9**. عديم اللون والرائحة. **10**. غاز سادس فلوريد الكبريت (SF6) أثقل من الهواء بخمس مرات، فتكمن خطورة ذلك بالاختناق عند تسربه بالأماكن المحصورة.
هل هو سام؟	غاز الـ SF6 النقي هو غاز غير سام، لذا لَيسَ هناك خطرَ لاستنشاقه وعلى أساس أن محتوى الأوكسجينَ كافيُ وعاليُ. فمن حيث المبدأ يُمْكِنُ أَنْ يَستنشقَ خَلِيْط من 20 % أوكسجين و80 % من الـ SF6 بدون خطر. أن غاز الـ SF6 هو أثقل من الهواء بحوالي 5 مراتِ، ذلك يَعْني بأنّه قَدْ يَجْمعُ في قنواتِ الكابلات Cable Ducts أَو في أسفل الخزانات.

	مع أن الغاز لَيسَ خطرَ للإسْتِنْشاق لكن إذا هو تجمّعُ بكثرة حيث ناسَ يَعْملونَ، فهناك خطر من الاخَتنْاقِ بسبب قلةِ الأوكسجينِ.
دوره في الكهرباء	غاز الـ SF6 هو غاز عازل كهربائيا وبصورة جيد جداً، حيث عمليا يُمْكِنُ أَنْ يَطفئَ الأقواسَ الكهربائية Extinguish Arcs، هذا الذي يَتيح ملئه في أجهزَة الفولطيةِ العاليةِ ومتوسّطِة حيث تمَلئ المنطقة الفعالة لذلك أصبح لهذا الغاز وبذلك (غاز الـ SF6) كل تلك الشعبية الواسعة في الهندسة الكهربائية وليستعمل في قواطع الدورة الكهربائية Electrical Switch Gears والمعدات الكهربائية الأخرى. لذا فأننا نجد غاز الـ SF6 في ملايينِ الأجهزةِ الكهربائيةِ في جميع أنحاء العالم، فالأجهزة الكهربائية التي تَحتوي على هذا الغاز تتصدر قوائم التصدير للمواد الكهربائية.

ما هي مميزات غاز (SF6) سادس فلوريد الكبريت؟

1- غاز خامل وغير قابل للاشتعال، وغير سام، ولا لون له ولا رائحة

2- عازل جيد جدا للكهرباء حيث تصل كفاءة عزل الغاز المضغوط إلى عشرة أمثال عزل الهواء للكهرباء حسب عدد مرات ضغط الغاز.

3- مستقر كيميائيا، ولا يتحد مع أي مادة أخرى عند درجة حرارة الغرفة، وبالتالي فإنه يحافظ ويحمي الموصلات من مشاكل الصدأ وغيره التي تحدث أثناء التشغيل كما أنه يحافظ على عمر الموصلات والماكينات الكهربائية

4- هذا الغاز في الضغطِ الجوي الطبيعيِ تكون شدة عزله تساوي 2.5 مرة أفضل من الهواء، وعادة يكون ضغط الغاز المستعمل 3-5 مرة ضغطا جويا وبذلك تكون خواص العازل أفضل عشرة مرات من الهواء.

5- عمر هذا الغاز الافتراضي طويل

6- أهم خاصية لهذا الغاز أن الشرارة فيه تؤدي إلى تأين ذرات ال (SF6) وهذه الأيونات الناتجة وهذه الأيونات الناتجة (SF6) الأصلية وينتج عنها (SF6) جديد وبالتالي فالغاز لن يفقد عازليته. وبأسلوب آخر نقول أن غاز الـ (SF6) يتحلل عند درجات الحرارة العالية الناتجة عن شرارة أو قوس كهربائي، ولكن ذرات الكبريت والفلوريد تتحد مجددا وتلقائيا مكونة مركبات سادس فلوريد الكبريت من جديد، وهذا يعني أن هذا الغاز لا يحتاج إلى إعادة ملأ أو استبدال بشكل دوري على فترات قريبة مثل ما يحدث مع الزيت.

هل غاز SF6 المستخدم في قواطع 33 كف مضغوط وكم مرة؟

- نعم، غاز SF6 (سداسي فلوريد الكبريت) المستخدم في قواطع الجهد المتوسط مثل 33 كيلوفولت يكون عادةً مضغوطاً. يتم ضغط الغاز داخل القاطع لزيادة كفاءة العزل الكهربائي وإطفاء القوس الكهربائي الذي يحدث عند فتح أو غلق القاطع.

فيما يتعلق بمقدار الضغط، يعتمد ذلك على تصميم القاطع والشركة المصنعة، لكن غالبًا ما يتراوح ضغط غاز SF6 في قواطع الجهد المتوسط بين 4 إلى 7 بار (بار هو وحدة قياس الضغط). هذا الضغط يوفر بيئة كافية للعزل ولإطفاء القوس الكهربائي بسرعة وكفاءة.

إذن الغاز يكون مضغوطًا مرة واحدة (أو بتعبير أدق، تحت ضغط مستمر)، ويجب مراقبة مستوى الضغط بشكل دوري للتأكد من عدم حدوث تسريبات، والتي يمكن أن تؤثر على الأداء وعزل القاطع.

هل سينتهي استخدام هذا الغاز؟

غاز سادس فلوريد الكبريت (SF6) هو أحد غازات الدفيئة القوية ذات القدرة على إحداث الاحترار العالمي (GWP) التي تبلغ 23500 ضعف تلك الخاصة بثاني أكسيد الكربون (CO_2) على مدى 100 عام. يساهم عمرها الطويل في الغلاف الجوي في ظاهرة الاحتباس الحراري، مما يجعلها تخضع للوائح والقيود البيئية.

لذلك هنالك توجه واتفاقيات الى استخدام غاز بديل عنه ومن الغازات المطروح استخدامها هو غاز الفلورونتريل وهو غاز خليطي وذو تأثير أقل الى حد كبير على البيئة.

كيف يؤثر غاز SF6 على طبقة الأوزون وهو أثقل من الهواء وينحصر في المناطق المنخفضة؟

- غاز SF6 (سداسي فلوريد الكبريت) هو غاز دفيئة قوي للغاية، ويُعتبر أحد أكثر الغازات استدامة في الغلاف الجوي. على الرغم من أنه أثقل من الهواء ويميل إلى البقاء في المناطق المنخفضة عند تسريبه، إلا أن تأثيره البيئي يظل كبيرًا بسبب خصائصه.

تأثيره على البيئة:

- ليس له تأثير مباشر على طبقة الأوزون: غاز SF6 لا يتفاعل بشكل مباشر مع طبقة الأوزون كما تفعل مركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs)، ولكنه يُساهم بشكل كبير في الاحتباس الحراري. SF6 لديه قدرة كبيرة على حبس الحرارة، وقابليته لتسخين الغلاف الجوي تفوق ثاني أكسيد الكربون بآلاف المرات.

لماذا يصل إلى طبقات الجو العليا؟

- رغم أنه أثقل من الهواء، يمكن للغازات الثقيلة مثل SF6 أن تصل إلى طبقات الجو العليا بمرور الوقت نتيجة الاضطرابات الجوية وحركة الرياح العمودية. بمجرد أن يصل إلى الغلاف الجوي العلوي، يمكن أن يبقى هناك لفترة طويلة جدًا بسبب استقراره الكيميائي الشديد. متوسط عمره في الغلاف الجوي يُقدّر بحوالي 3200 سنة.

المخاطر البيئية:

- غاز دفيئة قوي جدًا: عند انبعاث SF6، فإنه يساهم في ظاهرة الاحتباس الحراري بقدرة تفوق ثاني أكسيد الكربون بحوالي 23,500 مرة على مدى 100 عام. وبالتالي، رغم عدم تأثيره على الأوزون، فإن تأثيره على التغير المناخي يُعد شديد الخطورة.

لذلك، على الرغم من أن SF6 لا يؤثر بشكل مباشر على طبقة الأوزون، إلا أن استمراره في الغلاف الجوي وتأثيره على الاحتباس الحراري يُشكل تهديدًا طويل الأجل على البيئة.

أين وكيف يستعمل غاز الـ SF6؟

يستعمل غاز الـ SF6 كغاز عَزْل في المحطات الثانوية والفرعية Substations، وذلك كعَازْل ولتَبريد الوسط في المحولاتِ الكهربائية وكعَازْل ومطفأ للقوسِ الكهربائي في قواطع الدورة الكهربائية Switchgear ولتطبيقاتِ الفولطيةِ العاليةِ والمتوسّطةِ، وهذه الأنظمة تكون عادة مُغلقة وآمنة جداً ومن غير المحتمل أنْ تُسرّبُ الغاز Extremely Safe And Unlikely To Leak.

ففي أنظمةِ الطاقة والقواطع الكهربائيةِ للفولطية العالية والمتوسّطة والتي تُتطلّبُ قَطْع القوَّةِ (التيار الكهربائي) في حالة وجود أو حدوث عيب Fault، ولكي يَحْمي الناسَ والأجهزةَ.

عندما يقطع ويفصل التيار الكهربائي (القوة الكهربائية)، يَحدث قوسَ كهربائيَ بين توصيلات قاطع الدائرةَ، لذا تملأ القواطع (الكسارات) بغاز الـ SF6 فهو يَعْزل كهربائيا ويُسيطر على القَوُّس الكهربائي ويطفأه.

يستخدم في المناطق الحضرية محطات فرعية مغلقة ومعزولة Gas Isolated Substations (GIS) حيث المكان والمجال (المساحة) قليلة فتدمج المحطات الفرعية في أغلب الأحيان في البناياتِ السكنية والخدمية، وهذه المحطات الفرعية تُخفّضُ من الحقل المغناطيسي بل وتُزيلُ الحقلَ الكهربائيَ بالكامل، وهذه فائدة حقيقية للمركّبين Installers وموظفي التشغيل والصيانةِ والناسِ الذي يَعِيشونَ على مقربة من تلك المحطات الفرعية.

يستعمل الـ SF6 أيضاً في طرق الأخرى، حيث يُخْلَط بالأرجونِ Argon، وكذلك يُمْكِنُ أَنْ يُستَعملَ في النوافذِ المَعْزُولةِ، كما يستعمل في صناعةِ المعاد ن عند صب المغنيسيوم Magnesium Casting على سبيل المثال.

كما يَستعملُ جرّاحوا العيونِ غاز الـ SF6 كوسيط مُبرّدُ في العملياتِ، ليبقى فيها لمدة ٢ – ٣ أسبوع إلى أن يمتص من قبل الجسم ويذهب تاثيره، ويُمْكِنُ أيضاً أَنْ يُستَعملَ كمطفأ للنار وكوسيط Cooling Agent لأنه غير قابل للإشتعالُ ومَبرد في نفس الوقت.

عادة يُجْمَعُ غاز الـ SF6 ويُكرّرُ إذا حصل في الجهاز أو المعدة الكهربائية في المحطة الكهربائية الثانوية المغلقة Gas Isolated Substation أي خلل ويكون مَنْ الضَّرُوري أَنْ تُفْتَحَ وتفكك لتصلح، ولو عادة لا يجري ذلك بالنسبة لقواطع الدورة الكهربائية ذات الجهد المتوسط والعالي والتي تكون عادة معزولة لطول عمرها التشغيلي.

ما المنفعة من الـ SF6 في الأجهزة الكهربائية؟

هناك سببان لاستعمال الـ SF6 في الأجهزةِ الكهربائيةِ:

فالـ SF6 يُوّفرُ عزلَ كهربائيَ جيدَ جداً ويَطفأ الأقواسَ الكهربائيةَ بصورة عملية جداً.

هذه الخواص والسمات في غاز الـ SF6 تَجْعلُ من الممكن بِناء الأجهزةِ والمعدات الكهربائيةِ التي تكون معزولة ومغلقة طوال عمرها التشغيلي، وباستعمال كمية صغيرة مِنْ الموادّ (أي أن المعدات الكهربائية تكون صغيرة ومنمنة قياسا للأنواع الأخرى المشابهة) وكذلك تكون جدا آمنة وَتَدُوم لوقت طويل بدون صيانة رئيسية أو شاملة عدا التنظيف الروتيني.

في الضغطِ الجوّي الطبيعي لـ SF6 قابلية عزل 2.5 مرةُ أفضل مِنْ الهواءِ، وعادة يكون ضغط الغاز المستعملُ 3-5 مرة ضغطاً جوّياً وبذلك تكون خواص العازل عشْرة مراتِ أفضل مِنْ للهواءِ.

يعزل غاز الـ SF6 بصورة جيّدة جداً لأنه سالب الشّحنةُ بقوة Strongly Electronegative، هذا يَعْني بأنّ جزيئاتَ الغازَ تَمْسكُ بالألكتروناتِ الحُرّةَ وتَبْني آيوناتَ سلبيةَ ثقيلةَ التي لا تَتحرّكُ بسرعة، وهذا فعّالُ ضدّ خَلْقِ الألكترونِ الذي يَنهارُ وقَدْ يُؤدّي إلى حدوث شرارة Flashover.

يسيطر الـ SF6 على القوّسُ الكهربائي في قاطع الدورة لفتح دائرةِ التيار الكهربائي لأن لَهُ خواص تَبريد ممتازةِ في درجاتِ الحرارة (1500- 5000 كلفنْ = 1226-4726 سيليزية) التي فيها تطفئ أيّ أقواسِ كهربائية (يَستعملُ الغازَ طاقةً عندما يَعْزلُ ولذا يُنتجُ تأثيره في التبرّيد).

أن حجم وعدد قواطع دورة الـ SF6 ذات الفولطية العالية والفولطية المتوسطة من حيث المبدأ في السوق كبيرُ جدا، وكذلك المحطات الثانوية المعزولة جي آي إس GIS أَو آر إم يو RMU والتي تحتاج إلى فضاء وبيئة محُدّدَة، فهم كذلك لا يحتاجون بل خالين مِنْ الصيانةَ عملياً، فالأجهزة الكهربائية المَملوءة بغاز الـ SF6 كَانتْ قيد الاستعمال منذ 40 سنة تقريباً وتجربتها في الخدمةَ الفعلية جيدةُ جداً.

قد يسأل سائل هل هناك بدائل للمعدات الكهربائية وقواطع الدورة غير التي تستخدم الـ SF6، وهنا الجواب طبعا يوجد فهاك المعدات الفراغية Vacuum(والتي تعتبر منافسة من الدرجة الأولى) و الزيتية Oil بنوعيها ذات كمية الزيت الكبيرة أو كمية الزيت القليلة وكذلك المعدات الهوائية بنوعيها ذات الهواء المضغوط Air Blast أو الهواء غير المضغوط Air فقط، وهذه كلها تحتاج إلى صيانه مستمرة ولها بعض التأثيرات السلبية على البيئة ، ناهيك عن ارتفاع سعرها.

فبدون الـ SF6 سَيكونُ عِنْدَنا تأثير أكبر على البيئةِ بينما تَتطلّبُ البدائلَ فضاءَ أكثرَ، وأكبر وهي أقل سلامة على المركّبين وموظفي الخدمةِ والتشغيل والناسِ الذي يَعِيشونَ في المنطقةِ بجوارها.

هل غاز SF6 يقلل من الحقل المغناطيسي والكهربائي؟

- نعم، غاز SF6 (سداسي فلوريد الكبريت) يُستخدم في العديد من التطبيقات الكهربائية، مثل قواطع التيار الكهربائي عالية الجهد والمحولات، بسبب قدراته العازلة الممتازة، والتي تؤثر على الحقل الكهربائي بشكل أساسي.

تأثير غاز SF6 على الحقول الكهربائية والمغناطيسية:

1. تأثيره على الحقل الكهربائي:

- غاز عازل ممتاز: يمتاز SF6 بقدرته العالية على العزل الكهربائي. وهو أفضل بكثير من الهواء أو الغازات الأخرى في هذا الخصوص. يُقلل غاز SF6 من الحقل الكهربائي داخل المعدات الكهربائية مثل القواطع، مما يُساعد على تجنب تفريغ الشرارة الكهربائية (القوس الكهربائي) تحت ضغوط عالية.

- قيمة قوة العزل: قدرة SF6 على عزل الحقل الكهربائي تفوق الهواء بحوالي 2.5 إلى 3 مرات عند نفس الضغط. لذا، عند استخدام SF6، يتمكن من تقليل التوتر الكهربائي في النظام، مما يزيد من أمان وكفاءة المعدات الكهربائية.

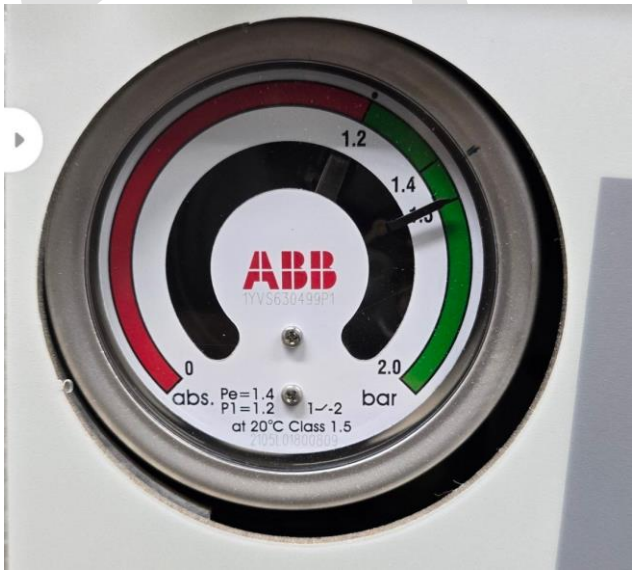
2. تأثيره على الحقل المغناطيسي:

- غاز SF6 ليس له تأثير مباشر على الحقل المغناطيسي، حيث أن الحقول المغناطيسية تنتج عن حركة الشحنات الكهربائية أو التيارات، وغاز SF6 ليس مادة مغناطيسية. تأثيره الأساسي هو على الحقل الكهربائي.

غاز SF6 يقلل بشكل فعال من الحقل الكهربائي في المعدات الكهربائية عبر عزل ممتاز، مما يساعد في منع التفريغ الكهربائي والحفاظ على سلامة وكفاءة الأنظمة. أما بالنسبة لـ الحقل المغناطيسي، فلا يوجد تأثير مباشر لأن المغناطيسية تعتمد على حركة الشحنات الكهربائية وليست على خصائص العزل.

ما هي البيانات الموجودة في عداد غاز SF6؟

- في الصورة يظهر مؤشر ضغط تابع لشركة ABB، والذي يستخدم لقياس ضغط غاز SF6 (سداسي فلوريد الكبريت) داخل القاطع الكهربائي. إليك ما يمكن تفسيره من هذه الصورة:



عداد غاز SF6

1. نطاق القياس: المؤشر يقيس الضغط بوحدة Bar. المقياس يتراوح من 0 إلى 2.0 Bar.

2. المنطقة الخضراء: تشير إلى نطاق الضغط المثالي الذي يجب أن يكون فيه الغاز. في هذه الحالة، يقع المؤشر عند 1.5 Bar، وهو في المنطقة الخضراء، مما يعني أن ضغط غاز SF6 في النطاق الطبيعي والآمن للاستخدام.

3. المنطقة الحمراء: تشير إلى انخفاض في الضغط عن المستوى المطلوب. إذا انخفض المؤشر إلى هذه المنطقة، فهذا يشير إلى تسرب الغاز أو انخفاض في مستواه، ما يستدعي الصيانة.

4. المعايرة: المقياس يعرض بعض القيم المرجعية:

- Pe = 1.4 Bar: ضغط التشغيل الموصى به.
- P1 = 1.2 Bar: قد يكون الضغط الأدنى المقبول قبل التحذير.
- درجة الحرارة المرجعية عند 20°C: الضغط يعتمد على درجة الحرارة، وهذا المقياس مضبوط لدرجة حرارة 20 درجة مئوية.

التفسير العام:

المؤشر في هذه الحالة يعرض ضغطًا ضمن النطاق الآمن (المنطقة الخضراء)، مما يعني أن النظام يعمل بشكل طبيعي وأن مستوى الغاز كافٍ للحفاظ على العزل الكهربائي وإطفاء القوس الكهربائي عند الحاجة.

هل هناك معادلة تربط ضغط غاز Sf6 بدرجة الحرارة؟ وما هي العلاقة العامة بينهما؟

نعم، هناك معادلة تربط ضغط غاز SF6 بدرجة الحرارة، وهي تستند إلى قانون الغاز المثالي، الذي يوضح العلاقة بين الضغط والحجم ودرجة الحرارة لغازات معينة. المعادلة العامة للغازات المثالية هي:

$$PV = NRT$$

حيث:

- P هو الضغط،
- V هو الحجم،
- N هو عدد مولات الغاز،
- R هو ثابت الغاز العالمي،
- T هو درجة الحرارة المطلقة (بالكلفن).

ولكن بما أن غاز SF6 يستخدم في قواطع كهربائية محكمة (أي أن الحجم ثابت إلى حد كبير)، فإن العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة تتبع قانون تشارلز (أحد قوانين الغاز المثالي) في الظروف الثابتة، والذي ينص على أن:

$$\frac{{}_2P}{{}_2T} = \frac{{}_1P}{{}_1T}$$

تفسير العلاقة:

- P1 و P2 هما الضغوط عند درجتي الحرارة T1 و T2 على التوالي.
- T1 و T2 هما درجات الحرارة المطلقة بالكلفن (K).

العلاقة العامة:

- إذا ارتفعت درجة الحرارة: مع ثبات الحجم، فإن ضغط الغاز سيزداد تبعًا لذلك.

- إذا انخفضت درجة الحرارة: سينخفض ضغط الغاز بنفس النسبة.

تطبيق في القواطع الكهربائية:

عند استخدام غاز SF6 في القواطع الكهربائية، يحدث هذا التأثير: إذا زادت درجة الحرارة المحيطة بالقاطع، سيزداد الضغط الداخلي للغاز، وإذا انخفضت درجة الحرارة، سينخفض الضغط. وهذا يفسر لماذا تحتوي مؤشرات الضغط في قواطع SF6 على قياسات مرجعية عند درجة حرارة معينة (غالبًا 20°C) لضمان الأداء المثالي.

معادلة مبسطة:

عند معرفة الضغط عند درجة حرارة مرجعية T1، يمكن حساب الضغط عند درجة حرارة مختلفة T2 باستخدام:

$$P2 = P1*(T2)/(T1)$$

حيث T يجب أن تكون بالكلفن، ويمكن تحويل درجة الحرارة من السيلسيوس إلى الكلفن باستخدام المعادلة:

$$T(K) = T(°C) + 273.15$$

مثال:

إذا كان الضغط عند 20°C هو 1.4 بار، وأردت معرفة الضغط عند 40°C:

- $P1 = 1.4$ بار،
- $T1 = 293.15$ كلفن (أي 20°C + 273.15)،
- $T2 = 313.15$ كلفن (أي 40°C + 273.15).

باستخدام المعادلة:

$$P2 = 1.4*(313.15)/(293.15) \approx 1.49$$

إذن، الضغط سيزداد إلى حوالي 1.49 بار عند 40°C.

باستخدام هذه المعلومات والمعادلات، يمكن التنبؤ بكيفية تغير ضغط غاز SF6 مع تغير درجة الحرارة، مما يساعد في الصيانة الوقائية والتشغيل الآمن للقواطع الكهربائية.

ماذا تعني Pe و P1 بالضبط؟

في الصورة اعلاه، Pe و P1 هما قيم ضغط محددة تشير إلى حالات معينة في نظام غاز SF6 داخل القاطع الكهربائي. إليك تفسير كل منهما:

1. Pe (Pressure Expected):

- Pe يشير إلى الضغط الموصى به أو التشغيل المتوقع.

- هذا هو الضغط القياسي الذي يجب أن يكون عليه غاز SF6 لضمان عمل القاطع الكهربائي بشكل مثالي. إذا كان ضغط الغاز عند هذا المستوى أو أعلى بقليل، يكون النظام في حالة تشغيل عادية وآمنة.

- في الصورة، Pe = 1.4 بار، مما يعني أن الضغط المتوقع لغاز SF6 في هذا القاطع الكهربائي يجب أن يكون حوالي 1.4 بار عند درجة حرارة مرجعية (غالبًا 20°C).

2. P1 (Pressure Minimum):

- P1 يشير إلى الحد الأدنى المقبول للضغط.

- إذا انخفض ضغط الغاز إلى P1 أو أقل، فهذا يعني أن هناك انخفاضًا كبيرًا في الضغط، وقد يكون هناك تسرب أو مشكلة في الحفاظ على الضغط. في هذه الحالة، قد يتم إصدار تحذير أو إشارة لضرورة الصيانة.

- في الصورة، P1 = 1.2 بار، مما يعني أن هذا هو الحد الأدنى المسموح به قبل أن يصبح القاطع غير آمن أو يتطلب الصيانة. إذا وصل الضغط إلى هذا المستوى، فإنه لا يزال ضمن الحدود المقبولة، لكن يحتاج إلى مراقبة مستمرة.

التفسير العملي:

- Pe = 1.4 بار: هذا هو الضغط المثالي أو الطبيعي للتشغيل.

- P1 = 1.2 بار: هذا هو الحد الأدنى للضغط المقبول. إذا انخفض الضغط عن هذا الحد، يجب التدخل للصيانة.

الخلاصة:

- Pe يمثل الضغط المثالي للتشغيل الأمثل.

- P1 يمثل الحد الأدنى المقبول للضغط قبل أن يبدأ النظام في مواجهة مشاكل تشغيلية أو يصبح غير آمن.

تحتاج أنظمة الغاز المضغوط، مثل غاز SF6 في القواطع الكهربائية، إلى الحفاظ على الضغط ضمن هذه الحدود لضمان العزل الجيد وإطفاء القوس الكهربائي بشكل فعال.

P1 ماذا يعني 1 هنا؟

في مصطلح P1، الرقم "1" لا يشير إلى قيمة معينة، بل هو جزء من التسمية الاصطلاحية المستخدمة لتمييز هذا النوع من الضغط في النظام.

ماذا يعني الرقم "1"؟

- P1 يمثل ببساطة الضغط الأدنى المقبول في هذا النظام. الرقم "1" هنا هو تسمية محددة تستخدم لتمييز هذا الضغط عن ضغوط أخرى (مثل P2 أو Pe).

إذن، P1 هو مجرد رمز يحدد الضغط الأدنى الذي يجب أن يبقى الغاز فوقه لضمان عمل النظام بشكل آمن. في الصورة التي أرسلتها، تم تحديد P1 بقيمة 1.2 بار، وهو أقل ضغط يمكن أن يعمل فيه النظام قبل الحاجة إلى صيانة أو فحص.

الخلاصة:

الرقم "1" هو مجرد جزء من الترميز وليس له علاقة مباشرة بالقيمة الفعلية للضغط.

ما هي مشكلة غاز الـ SF6 في القواطع الكهربائية؟

المشكلة الوحيدة تحدث عند حدوث تسرب للغاز، ولذا فان المحطات التي تستخدم هذا النوع من العزل تحتاج الى التأكد دائمًا من مستوى ضغط الغاز داخل العنصر المعزول، فاذا حدث تسريب للغاز وبالتالي انخفاض في ضغط الغاز- فستصبح عازلية الغاز ضعيفة، وربما يحدث Short Circuit بين الاطراف داخله.

ولذلك فالقواطع الكهربائية في هذه الحالة تزود بدائرة لمنع اشتغال القاطع منعا باتًا، حتى لو بصورة يدوية، لأن مجرد حدوث شرارة داخل القاطع في ظل انخفاض ضغط الغاز سيتسبب في كارثة.

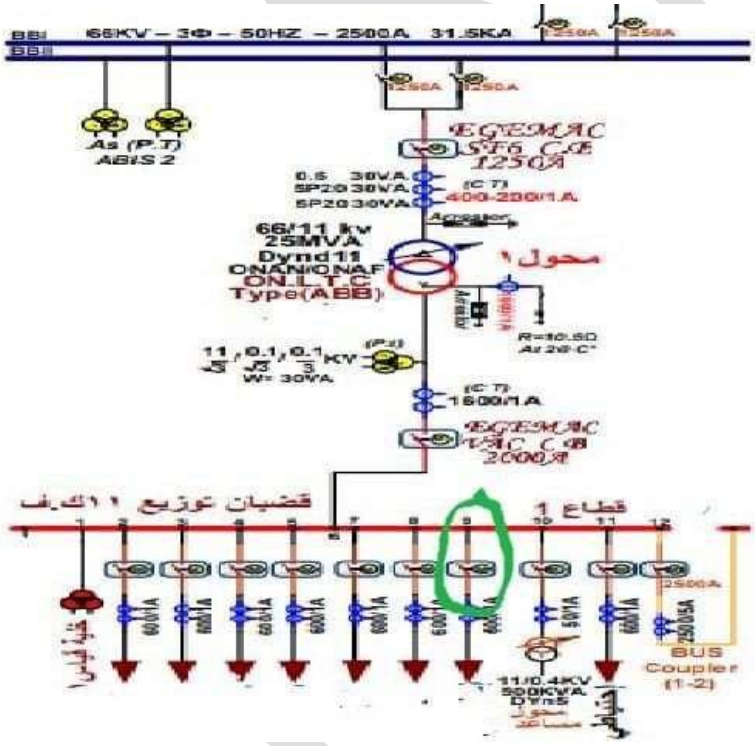
والخطر الحقيقي يحدث عند تسريب الغاز من ال Busbars المعزولة ب SF6 في الوحدات المعروفة ب GIS، ففي هذه الحالة يمكن أن يحدث داخلها Short Circuit Between Phases وتسبب انفجار الوحدة.

ما هو الاجراء في حالة انخفاض ضغط غاز الـ SF6 على احد المغذيات؟

الرسم الموجود ادناه عباره محولة Transformer جهد (11/66) كيلو فولت وخلايا القطاع جهد11 كيلو فولت وهو من النوع المعزول بغاز SF6

احيانا يحدث تسريب لغاز SF6 ويتم اعطاء انذار Alarm من اجل لتزويد الغاز ولكن إذا استمر نقص الغاز ولم يتم تزويده فيتم عمل بلوك Block للمفتاح اي لا يمكن فصله (Trip) منعا لانفجار قاطع التيار C.B ونفترض ان الخلية المشار اليها **باللون الاخضر** حصل لها بلوك

لحل هذه المشكلة يتم فصل جميع خلايا القطاع جهد 11 كف ثم يتم فصل المحولة من الجهتين C.B 66 و C.B 11 ثم فصل القاطع المعني وهكذا القطاع لا يوجد عليه جهد ويمكن التعامل الخلية الموجود بها المشكلة



مخطط لجزء من محطة كهربائية فرعية

هَلْ الـ SF6 خطر؟

منذ أن دخل الـ SF6 في الاستعمال قبل 50 سنةً تقريباً فأن كمية صغيرة مِنْ الغازِ تسرّبتْ إلى الجوّ، وهي تُدوّرُ حالياً فهناك 003´000´000´0.000 جزاء (بالحجمِ) من الـ SF6 في الجوّ، فاستقرار الغازِ يَعْني بأنّه سَيَبْقى في الجوّ لوقت طويل.

بَعْض الغازاتِ والتي هي مُصدَرة لتُحطّيم طبقةَ الأوزونَ، وهذا يَعْني تَخفيف طبقةِ الأوزونَ وبأنّ الضوءِ فوق البنفسجيِ أكثرِ يُمْكِنُ أَنْ يَصلَ إلى الأرضِ، وسيَزيدُ من خطرَ الإصابة بسرطانِ الجلدِ، فالغازات التي تُؤثّرُ على الأوزونِ تُتصفّ بأنها تَحتوي على الكلورا والـ SF6 لا تَحتوي أيّ كلور ولذا لا يُؤثّرُ على طبقةِ الأوزونَ.

أن تعبير "مفعول البيت الزجاجي" يُستَعملُ للوَصْف بأن الجوّ يبدأ بالتَسْخين بسبب إشعاعاتِ الغازات الصناعية، بَعْض جزيئاتِ الغازِ في الجوّ، أساساً ثاني أكسيد الكاربون (CO_2) وغاز الميثان (CH_4) يَعْكسُ إشعاعَ حرارةِ طويلِ الموجةِ مِنْ الأرضِ لكن حرارة تَبْقى محصورة في الجوّ بدلاً مِنْ أنْ تَختفي وتتسرب إلى الفضاءِ الخارجي.

أن جزيئةَ غاز الـ SF6 عاكسةٌ جداً وتُساهمُ في مفهوم البيت الزجاجي، لكن تركيزَ الغازِ هو منخفضُ جداً (003′000′000′0.000) بالحجم، هذا يَعْني أن مساهمةَ غاز الـ SF6 إلى الغازات الصناعية ذات مفعول البيت الزجاجي قليلاً جداً، فهو أقل مِنْ 0.1 % مِنْ التأثيرِ الكليّ، هذا يَجِبُ أَنْ يُقَارنَ بثاني أوكسيد الكاربونِ CO_2 الذي يُساهم بحولي 60 %، لذا الـ SF6 لا يُحطّمُ طبقةَ الأوزونَ، فمساهمة الـ SF6 لمفعول البيت الزجاجي أقل مِنْ 0.1 % مِنْ مجموعِ تلك الغازات المصنعة والمولدة من قبل البشر.

هَلّ بالإمكان الـ SF6 أَنْ يَخْلقُ أيّ مواد خطرة؟

على الرغم مِنْ الحقيقة بأنّ غاز الـ SF6 هو غازَ مستقرٌ جداً، فهو سَيُحلّلُ جزئيا بالاشتراك مع الإطلاقات الكهربائية والأقواس، على سبيل المثال في قواطع الدورة (الكسّار)، تنتج مُنتَجات تفسخِ غازيةِ وصلبةِ، وعادة مستوى مُنتَجاتِ التفسخِ الغازيةِ يُبْقَى منخفض خلال استعمال الماصاتِ Absorbers حوّلَ قواطع الدورة Switchgear.

في التجمعَّاتِ الكبيرةِ، تكون مُنتَجات التفسخَ آكلة وسامّة، لذا هناك صيانات روتينية يقوم بها موظفي الخدمةِ والصيانة عندما يفتحون الأجهزةَ المملوءة بالـ SF6 لصيانتها أَو تكهينها Scrapping.

إنّ مُنتَجاتَ التفسخِ الصلبةِ هي من الفلوريدَ المعدنيَ بشكل رئيسي وتكون على شكل مسحوق رمادي ناعم، ويَظْهرُ المسحوقُ فقط في أي أماكن يحدث فيها قوّسُ كهربائي Arcing، على سبيل المثال في قواطع الدورةِ وكسارات التيار المستعملة، والمسحوق يُمْكِنُ أَنْ يُعتَنى به بسهولة كنفاية منفصلة.

إنّ مُنتَجاتَ التفسخَ هذه هي تفاعلية، أي يَعْني بأنّها سَتَتفسّخ بسرعة وتَختفي بدون أيّ تأثير طويل المدى على البيئةِ.

أن الشركات المنتجة العالمية كأي بي بي ABB مثلا تَستعملُ الـ SF6 فقط في الأنظمةِ المُغلقةِ والمعزولة Hermetically Closed Systems، وذلك يَعْني بأن الغازَ سيبقى داخل مُحتَوى الأجهزة والمعدات طوال وقتِ حياتها التشغيلية، وليس هناك حاجة لفَتْح الأجهزةِ لتَصليح وبذلك لا غازَ هناك يُمْكِنُ أَنْ يَهْربَ.

تقوم الشركات المنتجة كأي بي بي ABB مثلا بمعالجة الغاز الموجود في الأجهزة القديمة والتي يراد تكهينها والتخلص منها عن طريق المعالجة وتكرار وتدوير الغاز لأعاده استعماله بسلامة وأمان مرة ثانية.

عادة تكون الأجهزة والمعدات معزولة بشكل تام مدى حياتها العملية وفي المحطات الكهربائية الثانوية والفرعية توضع أجهزة قياس لقياس مستوى ضغط الغاز داخل الأجهزة والمعدات ويجب أن تراقب بصورة دورية لمعرفة أي تسرب يكون قد حصل مما يساعد على اكتشافه في وقت مبكر ومعالجة الموقف، مع أنه عموما فهذه الأجهزة والمعدات لا تحتاج إلى الكثير من الصيانة.

يعالج الـ SF6 الملوثة حيث يُمْكِنُ أَنْ يُنظّفَ مِن قِبل مجهّز غاز ويعاد استعمله ثانيةً، إذا لم يتطلب الغاز أكثر من ذلك، فهو يُمْكِنُ أَنْ يُحطّمَ بالتسخين والتدفئة سوية مع حجر الكلس في فرن بدرجةِ حرارة عاليةِ، وفي هذه العمليةِ التي هي تُحوّلُ الكلس إلى جبسِ (وهو من المُنتَجاتِ غير السامّة والغير مؤذيةِ والطبيعيةِ بيئياً) وحجر فلوري، وهكذا يمكن تنظيف غاز الـ SF6 ويعاد استخدامه ثانية.

لذا لا يَجِبُ أَنْ يكون هناك شكوك حول الـ SF6 والمنتجات التي تستعمل هذا الغاز خصوصا وأن هناك عناية ودقة متناهية أثناء عمليات تصميم المعدات وصيانتها أو عند ألغاء استعمالها.

جهاز كشف تسرب غاز الـ SF6

- استخدام أجهزة الكشف عن تسرب SF6 مهم لضمان استمرارية الأداء الجيد للقواطع الكهربائية وتحقيق أعلى مستوى من الأمان والكفاءة التشغيلية.

الوصف	SF6 Detector هو جهاز يُستخدم للكشف عن تسرب غاز SF6 (سداسي فلوريد الكبريت) في القواطع الكهربائية والمفاتيح عالية الجهد. نظرًا لأن غاز SF6 يُستخدم كعازل كهربائي ومطفئ للقوس الكهربائي، فإن أي تسرب منه قد يؤثر على كفاءة وأمان النظام. لذلك، تعتمد المحطات الكهربائية والصناعات المرتبطة بالطاقة على هذه الأجهزة لمراقبة تسرب الغاز بشكل منتظم.
أشهر أجهزة كشف تسرب SF6	هناك العديد من الشركات الرائدة في تصنيع أجهزة كشف تسرب غاز SF6. من بين الأجهزة الشهيرة: 1. DILO 3-033-R002: يعتبر من أكثر الأجهزة انتشارًا واستخدامًا. يتميز بقدرته على الكشف عن تركيزات صغيرة جدًا من غاز SF6، ويستخدم في العديد من تطبيقات الصيانة في مجال الكهرباء. 2. Fluke Ti450 SF6 Gas Detector: جهاز يجمع بين تقنية التصوير الحراري وكشف تسرب الغاز. يتميز بإمكانية التصوير الحراري لمناطق التسرب مع تحديد أدق لنقطة التسرب. 3. Testo 316-4 Leak Detector: جهاز بسيط وسهل الاستخدام يستخدم للكشف عن التسرب في غاز SF6 ويعتمد على تكنولوجيا متطورة للكشف عن تسربات الغاز بسهولة ودقة عالية.
مبدأ عمل أجهزة كشف تسرب SF6	تعمل معظم أجهزة كشف تسرب غاز SF6 باستخدام تقنيات الاستشعار التي تعتمد على تفاعل الغاز مع المستشعرات لتحديد وجوده. هناك عدة طرق للكشف عن تسرب SF6: 1. تقنية الأشعة تحت الحمراء (Infrared Detection): من 780 نانومتر الى 1 مم - تعتمد هذه التقنية على حقيقة أن غاز SF6 يمتص الضوء في نطاق الأشعة تحت الحمراء. عندما يمر شعاع ضوئي من مصدر معين عبر منطقة تحتوي على SF6، يُمتص جزء من هذا الشعاع عند طول موجي محدد. يقوم الجهاز بتحليل كمية الضوء الممتص لتحديد تركيز الغاز. - مثال على جهاز يستخدم هذه التقنية هو Fluke Ti450 SF6، الذي يجمع بين التصوير الحراري وتكنولوجيا الكشف عن تسرب الغاز باستخدام الأشعة تحت الحمراء. 2. تقنية الاستشعار الكهربائي-الكيميائي (Electrochemical Sensors): - تستخدم هذه التقنية مستشعرات حساسة تتفاعل مع غاز SF6 عندما يتواجد بتركيزات معينة. تنتج هذه المستشعرات إشارة كهربائية تتناسب مع تركيز الغاز في البيئة المحيطة. تُستخدم هذه التقنية في العديد من أجهزة الكشف المحمولة والمثبتة. - جهاز مثل Testo 316-4 يعتمد على هذه التكنولوجيا لتقديم قراءة سريعة ودقيقة لمستويات التسرب. 3. تقنية الليزر (Laser Detection): - بعض أجهزة الكشف الأكثر تطورًا تستخدم الليزر للكشف عن تسرب غاز SF6. تعمل هذه التقنية من خلال إرسال شعاع ليزر دقيق عبر المنطقة المراد فحصها. إذا وُجد تسرب للغاز، فإن الليزر يتفاعل مع جزيئات الغاز، مما يسمح بتحديد موقع التسرب بدقة. - بعض الأجهزة التي تعتمد على هذه التقنية متقدمة وتستخدم في المواقع الكبيرة مثل المحطات الكهربائية ومواقع الضغط العالي.
مميزات أجهزة كشف تسرب SF6:	- دقة عالية: يمكنها الكشف عن كميات صغيرة جدًا من التسرب، حتى في أجزاء صغيرة جدًا من المليون (Ppm).

	- سرعة الكشف: توفر معظم الأجهزة قراءة سريعة وفورية لحالة التسرب، مما يساعد الفنيين في اتخاذ الإجراءات المناسبة بسرعة. - المحمولية وسهولة الاستخدام: العديد من الأجهزة مصممة لتكون خفيفة الوزن ومحمولة، مما يسهل استخدامها في المواقع المختلفة.
لماذا تعتبر هذه الأجهزة مهمة؟	1. الحفاظ على السلامة: تسرب غاز SF6 يمكن أن يؤدي إلى فشل القواطع الكهربائية، مما يزيد من خطر حدوث قوس كهربائي خطير. 2. الحفاظ على البيئة: غاز SF6 يعتبر من الغازات الدفيئة القوية التي لها تأثير كبير على الاحتباس الحراري، وبالتالي، يجب تقليل تسربه للحد الأدنى. 3. الامتثال للمعايير البيئية: في بعض البلدان، هناك قوانين صارمة تتطلب المراقبة المستمرة لأي تسرب في SF6 لتقليل تأثيره البيئي.

مثال لأجهزة كشف تسرب غاز SF6

3 طرق للكشف عن تسرب غاز SF6

عندما يتعلق الأمر بالعثور على تسرب غاز SF6، يمكن أن تلعب العديد من العوامل دورًا في منع اكتشاف الغاز. يمكن أن تتسبب أشياء مثل درجة الحرارة في الخارج، والضباب والغطاء السحابي، وضغط القاطع، وموثوقية المعدات في تأخير اكتشاف التسرب. هناك 3 طرق رئيسية للكشف عن تسرب غاز SF6، وهنا سنناقش إيجابيات وسلبيات كل طريقة.

1- كاميرا SF6

يمكن القول إن استخدام كاميرا SF6 هو أفضل طريقة للعثور على التسريبات. تتمتع كاميرا مثل FLIR GF306 بإمكانية تحديد التسريبات الصغيرة جدًا (حتى 0.5 رطل من غاز SF6 سنويًا). الشيء الرائع في استخدام الكاميرا هو أنه لا يوجد تخمين - فقط وجهها إلى منطقة تعتقد أن هناك تسربًا فيها واترك الكاميرا تسجل الملاحظات. لقد قطعت هذه التكنولوجيا شوطًا طويلاً في غضون بضعة عقود. ما عليك سوى إلقاء نظرة على شكلها في عام 2005:

من بين عيوب استخدام الكاميرات أنها باهظة الثمن للغاية. فمعظم الموديلات هذه الأيام تكلف 30 ألف دولار أو أكثر، وبعض الموديلات الأعلى سعرًا تكلف ما يقرب من 80 ألف دولار. لحسن الحظ، يمكنك استئجار هذا النوع

من الكاميرات من شـركات تأجير مثل ECP Solutions، المتخصـصـة في معدات اختبار الطاقة. ومن العوامل الأخرى التي تحد من استخدام الكاميرا الحاجة إلى سرعات رياح منخفضة، وسماء صافية، ويوم مشمس. وما لم تكن تبحث عن التسريبات بشكل متكرر، فقد يكون من الأفضل لك استخدام وسيلة أخرى للكشف.

2- أجهزة الكشف عن الغاز المحمولة باليد (أجهزة الكشف عن الغاز)

هذا النوع من الكشف عن التسرب هو الأكثر شيوعًا بسبب التكلفة المنخفضة والدقة العالية لأجهزة الكشف هذه الأيام. وبفضل عمر البطارية الذي يصل إلى 8 ساعات، ونطاقات الحساسية، والبنية خفيفة الوزن، فإن أجهزة الكشف الحديثة قادرة على التعامل مع معظم مهام الكشف. ويمكن شراء موديلات مثل جهاز الكشف عن تسرب الغاز بالأشعة تحت الحمراء SF6 عبر الإنترنت.

تتمثل ميزة هذه الأجهزة في أنها سهلة الاستخدام للغاية: فقط قم بتشغيلها، ووجه الفوهة وحركها. يمكنها أيضًا الوصول إلى مناطق قد لا تتمكن الكاميرا العادية من الوصول إليها، مثل الخزانة أو بين التركيبات المعدنية. الجانب السلبي لاستخدامها هو أنها قد تكون حساسة للغاية في بعض الأحيان. إذا بدأت الرياح في التزايد وتوزع تسرب الغاز في جميع أنحاء المنطقة، فقد يكون من الصعب تحديد مصدر التسرب بالضبط. تشمل العيوب الأخرى البيئات المتربة التي تسبب مشاكل في أجهزة الاستشعار، والقدرة فقط على فحص المكونات الأرضية أثناء وجود المعدات في الخدمة.

3- مزيج الفقاعات (Snoop)

على غرار العثور على تسرب في إطار، يمكن استخدام منظف الصابون المنزلي وبعض الماء للعثور على تسرب SF6. كل ما تحتاجه هو زجاجة رذاذ ومزيج من الماء والصابون بنسبة 20:1. يمكن رش المحلول على الحواف أو الأنابيب أو القوالب المسامية لتحديد التسرب. إذا لاحظت استمرار تكوين فقاعات إضافية بعد استقرار الخليط، فقد وجدت التسرب.

تتمثل ميزة الماء والصابون في أنه الخيار الأرخص ويمكن لأي شخص القيام به. تشمل بعض الجوانب السلبية لهذه الطريقة عدم القدرة على الرش على الأجزاء الحية أثناء الخدمة، وعدم القدرة على استخدامها عندما تكون درجات الحرارة أقل من التجمد، والاضطرار إلى الانتظار لرصد الفقاعة. بخلاف ذلك، تعد هذه الطريقة طريقة دقيقة للغاية لتحديد التسريبات. نوصي باستخدام أداة الشم أولاً لاختيار منطقة عامة، ثم ضربها بالماء والصابون لتضييق نطاقها.

مقارنة بين الطرق الثلاثة

	SF6 Camera	Handheld Gas Detector	Soapy Water
Benefits	Single best leak detection method	Low cost instrument, high sensitivity, little experience required	Pinpoint accuracy, cheap
Drawbacks	Cost, weather conditions	False positives, weather conditions	Grounded components only, weather conditions

ما علاقة الحريق بغاز SF6؟ بمعنى اخر لو كان هناك تسرب وقربت منه ولاعة مشتعلة فهل سوف تنطفىء؟

غاز SF6 (سداسي فلوريد الكبريت) يتمتع بخصائص كيميائية مميزة تجعله غير قابل للاشتعال وغير داعم للاحتراق. لذلك، إذا كان هناك تسرب لغاز SF6 وقربت منه ولاعة مشتعلة، فإن الولاعة لن تشعل الغاز، بل على العكس، قد يؤدي وجود الغاز إلى إطفاء اللهب.

تفسير العلاقة بين SF6 والحريق:

1. غاز غير قابل للاشتعال: SF6 هو غاز خامل كيميائيًا، مما يعني أنه لا يتفاعل مع اللهب ولا يدعم عمليات الاحتراق. هذا يجعله آمنًا من حيث خطر الحريق، حتى في حالة التسرب.

2. مطفئ للقوس الكهربائي: يستخدم SF6 في القواطع الكهربائية بشكل أساسي بسبب قدرته الممتازة على إطفاء القوس الكهربائي. القوس الكهربائي هو حالة شديدة السخونة من البلازما التي تتشكل بين قطبين كهربائيين عندما يتلامسان أو ينفصلان في أنظمة الجهد العالي. SF6 يعمل على تبريد وإطفاء هذا القوس، وبالتالي منع استمرار القوس أو حدوث أي ضرر في النظام الكهربائي.

3. إخماد اللهب: إذا كان هناك تسرب كبير من غاز SF6 وقربت منه شعلة أو ولاعة، فإن الغاز قد يعمل على إخماد اللهب بدلًا من زيادته، لأن الغاز يعمل على تقليل كمية الأكسجين المتاحة للاحتراق.

في حالة الحريق:

- SF6 لا يساهم في انتشار الحريق: بخلاف بعض الغازات الأخرى التي قد تكون قابلة للاشتعال، SF6 لن يزيد من خطر الحريق.

- انخفاض الأكسجين: في حالة التسرب الكبير، يمكن أن يحل SF6 محل الأكسجين في المكان، مما يؤدي إلى تقليل قدرة اللهب على الاستمرار. هذا قد يؤدي إلى إطفاء الحريق أو منعه من الانتشار.

باختصار، غاز SF6 ليس فقط غير قابل للاشتعال، بل قد يعمل على إخماد اللهب في حالة التسرب، مما يجعله آمنًا نسبيًا من ناحية الحريق.

هل توجد طفاية حريق تستخدم غاز SF6؟

- لا، غاز SF6 (سداسي فلوريد الكبريت) لا يُستخدم في طفايات الحريق. غاز SF6 يُستخدم بشكل أساسي في التطبيقات الكهربائية كعازل ولإطفاء القوس الكهربائي في قواطع التيار العالية الجهد، لكنه ليس شائعًا أو مناسبًا للاستخدام في طفايات الحريق.

أسباب عدم استخدام SF6 في طفايات الحريق:

1. التأثير البيئي: غاز SF6 هو غاز دفيئة قوي جدًا وله تأثير كبير على الاحتباس الحراري. لهذا السبب، يتم تقليل استخدامه إلى التطبيقات الضرورية فقط، مثل المعدات الكهربائية، حيث لا توجد بدائل مناسبة بنفس الفعالية.

2. البدائل الأفضل: توجد غازات أخرى أكثر شيوعًا وفعالية للاستخدام في طفايات الحريق، مثل:

- ثاني أكسيد الكربون (CO_2): يُستخدم في طفايات الحريق لإطفاء الحرائق عن طريق إزالة الأكسجين وتبريد الحريق.

- الهالون (Halon): يُستخدم في طفايات الحريق للأجهزة الكهربائية، لكن تم تقليص استخدامه بسبب تأثيره السلبي على طبقة الأوزون.

- الرغوة والمساحيق الكيميائية: تستخدم لحرائق المواد الصلبة والسوائل القابلة للاشتعال.

جهاز GPK-2000 WIKA

يعتبر سـداسـي فلوريد الكبريت (SF6) الأكثر ضـررًا من جميع غازات الدفيئة. في الواقع، لقد تم اعتبار تأثير هذا الغاز وفق معيار الاحترار العالمي (GWP) أكبر بمقدار 23.900 مرة من ثاني أكسـيد الكربون. علما أن لديه خصائص عازلة ممتازة مما يجعله مثاليا للاستخدام في القواطع الكهربائية ذات الجهد المتوسط والعالي.

جزء من متطلبات اسـتخدام ذلك الغاز هو ان يتم التعامل معه بدقة وحذر حيث يتوجب عدم تسـرب هذا الغاز الى البيئة وهذا هو السبب في أن المعالجة الصحيحة والآمنة لغاز SF 6 خلال التعبئة، والتفريغ، تعتبر حاسمة.

جهاز GPK-2000 WIKA لتنفيذ اعمال الضـخ والضـغط والمعالجة للغاز في التجهيزات بأمان يحتوي الجهاز على مضخة تفريغ للهواء، وضاغط لـــ SF6، وعناصر ترشيح، ونظام قياس الرطوبة وخزان التخزين في جهاز واحد، بهدف توفير حل كامل لملء وتعبئة SF6. مع تحكم عن طريق شاشة تعمل باللمس

جهاز GPK-2000 WIKA