سنسورهای گاز
(Gas Sensor)

میثم فنودی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان rtmmz3319@yahoo.com

چکیده:در محیط زندگی ما ممکن است آلاینده ها و گازهای بسیاری وجود داشته باشد که در نهایت منجرب تخریب محیط زیست ، ایجاد بارانهای اسیدی ، اثرات گلخانه ای، تخریب لایه ازن و مسمومیت های خطرناک در افراد شود. برای تشخیص این گازها ومواد شیمیایی به ابزاری نیازمندیم که بتوانیم آنها را تشخیص دهیم .که با ظهور وتکامل تکنولوژی میکروالکترونیک در دهه ۱۹۷۰سنسورهای جدید مورد توجه قرار گرفتند و سنسورهای مختلفی با قیمت ارزان و کاربرد آسان تولید شد. این سنسورهای با توجه به ویژگیها ومشخصه های منحصر به فرد خود، برای استفاده صحیح و بدون خطا نیازمند طراحی یک مدار ساده و دقیق با رعایت کامل نکات ایمنی برای مراقبت از سنسور و حفظ آن است، که در این مقاله به آن می پردازیم.

کلمات کلیدی:*سنسورهای گاز نیمه هادی، میکروالکترونیک،حساسیت،آشکارسازی*

۱.مقدمه

سنسورها عموما رابط بین سیستم کنترل الکتریکی از یک طرف و محیط ، عملیات رشته کارها یا ماشین از طرف دیگر هستند. سنسوراطلاعات راجع به محیط از قبیل درجه حرارت، فشار، نیرو و غیره را تبدیل به یک سیگنال الکتریکی می‌نماید. ازدیاد سنسورها و مدارات الکتریکی تغییر شکل دهنده سیگنال، فرصت های مهیجی برای تعداد زیادی از کاربردها پدید آورد. بنابراین برهه زمانی جدیدی در زمینه سنسور در دهه ۱۹۸۰ شروع شد .

اگر چه سنسورها به همراه علم میکروالکترونیک پردازشگراطلاعات یک گام مهم رو به جلو را عرضه می‌دارد لیکن این تنها اولین قدم است. در این مرحله سنسورها از تعدادی از عناصر میکروالکترونیک موجود برای مثال به شکل پردازشگرها، حافظه‌ها، مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال یا تقویت کننده‌ها، برای آماده نمودن سیگنال خروجی استفاده می‌کنند. دومین گام نیز اتصال سنسور به بخش مکانیکی می‌باشد.

اطلاعات حاصل شده توسط سنسور پس از عبور از یک طبقه پردازش سیگنال الکتریکی وارد بخش کنترل‌کننده می‌شود. حال اگر از بحث قبل بگذریم وارد محیطی که در آن زندگی می‌کنیم بشویم، می‌بینیم که در این محیط گازها و آلاینده‌های بسیاری وجود دارند که منبع تولید هر کدام از این گازها وآلاینده‌ها، صنایع، منازل و اتومبیل‌ها می‌باشند که نتیجه آن برای محیط زیست، تولید باران‌های اسیدی، اثرات گلخانه‌ای، تخریب لایه ازن و... می‌باشد.

روزنامه ایران مورخ ۱۳ مردادماه ۱۳۸۳ آماری در سه ماه اول سال جاری ارائه کرده بود که گاز منواکسید کربن جان ۱۴۰ تن را گرفت.

به گزارش خبرنگار حوادث ایسنا، آمار فوت شدگان سه ماه اول سال جاری نسبت به سال گذشته در حوادث مسمومیت منواکسید کربن ۲۳/۸ در صد رشد داشته است. به گزارش روابط عمومی سازمان پزشکی قانونی کشور ۹۹تن از موارد مسمومیت‌های منواکسید کربن در مردان رخ داده که بالغ بر ۷۰/۷ در صد است.

فلوشیپ سم شناسی بالینی بیمارستان لقمان الدوله تهران، با اشاره به موارد مزمنی که افراد مجاورت گاز قرارمی‌گیرند گفت : سردرد، تهوع و دردهای عضلانی علائمی هستند که به کرات در مسمومیت مزمن این گاز بروز می‌کنند. اما چون شبیه بسیاری از بیماریهای دیگر است، افراد متوجه مسمومیت خود با گاز نمی‌شوند.

و یا نمونه‌هایی دیگر از این مسمومیت‌ها که کارگران پالایشگاه‌ها ، یخچال سازها و یا در بیمارستانها و.....که نه تنها از منوکسید کربن بلکه از گازهای دیگر نیز ناشی می‌شود وجود دارد که بیشتر افراد متوجه مسمومیت خود از طریق استنشاق گاز نمی‌شوند.

برای تشخیص و آشکارسازی این گازها و مواد شیمیایی به ابزاری نیازمندیم که بتوان آنها را تشخیص داده و در صورت امکان بتوان با آنها مقابله کرد. یا حتی تشخیص نوع گاز می‌تواند کمک بزرگی در مداوا فردی که مسموم شده بکند. و همچنین تشخیص آلاینده‌ها جهت محافظت محیط زیست بسیار ضروری و مهم است .

تکنیک‌های تشخیص گاز که تا سال ۱۹۹۵ از آنها استفاده می‌شد تکنیک‌های معمولی بوده‌اند. یک مشکل اساسی این تکنیک‌ها پاسخ زمانی بالا برای تشخیص گازها بود. در نتیجه برای رفع این مشکل نیاز به ابزاری با پاسخ زمانی پایین حس می‌شد. علاوه بر آن به ویژگی‌هایی از قبیل حساسیت بالا و دوام زیاد نیاز می شد .

پژوهشگران در اولین دهه ۱۹۵۰ دریافتند که تغییر در ترکیب گازهای اطراف نیمه‌هادی می‌تواند در هدایت الکتریکی آنها تاثیر بگذارد در آن زمان این اثر را در مورد ژرمانیوم تک کریستال بررسی کردند و آن را برای گازهای مختلف اندازه‌گیری کردند و دریافتند که ژرمانیوم حساسیت کمتری نسبت به گازهای محیط دارد .

این بحث تحقیقات وسیعی را طلب می‌کرد و به دنبال آن نیمه‌هادی‌های مختلف برای آشکارسازی گاز پیشنهاد شد. به دلیل مشکل اندازه‌گیری حساسیت در سنسورهای ساخته شده با این نیمه هادی‌ها دانشمندان به این نتیجه رسیدند که دمای کار حسگر را بالا برده و در دمایی بالاتر از دمای اتاق، شرایط کار را برای حسگر فراهم آورند.

با بالا بردن دمای سطح حسگرهای گازی، حساسیت الکتریکی آنها نسبت به گازهای مختلف افزایش پیدا کرد. و به دنبال آن باز مشکلات دیگری پیدا شد که کارکرد آنها را مختل نمود. از جمله مهمترین این مشکلات، اکسید شدن سطح نیمه هادی بود. و با بروز این مشکلات نیمه‌هادی‌های دیگری شناسایی شدند که نیمه‌هادی‌های اکسیدی در اولویت قرار گرفتند .

Wo_3، In_2o_3 ، Sno_2، Tio_2، $Mgcr_2o_4$، V_2o_5و... به عنوان حسگرهای گازهایی نظیر Co ، Co_2، O_2، H_2، So_2، H_2s، H_2so_4،آزمایش میزان الکل در تنفس، کنترل فرآیند تخمیر، کنترل تهویه برای منازل و صنایع کشاورزی و مرغداری، آشکارسازی نشتی آمونیاک در یخچال و آشکارسازی گازهای خانگی (متان ،بوتان وپروپان) به کار می‌رود. هر کدام از کاربرد های فوق، ویژگیها، خصوصیات و تکنولوژی منحصر به فردی را برای سنسور طلب خواهد کرد .

فناوری‌هایی که برای ساخت سنسورهای نیمه‌هادی به کار می رود عبارتند از فناوری فیلم نازک وضخیم ،فویل(Foil) ، سینتر (Sinter)، بیولوژیک ، فیبر نوری، لیز نوری، میکروویو و... فناوریهای از قبیل پلیمر و آلیاژهای فلزی با مواد پیزوالکتریک نیز نقش مهمی را در تولید سنسورها بازی می‌کنند. ولی اساس و پایه ساخت تمام سنسورها همان فناوری میکروالکترونیک می‌باشد. زمینه‌های اصلی کاربرد سنسورهای نیمه‌هادی همگی تهیه گاز نصب شده به طور خانگی، سیستمهای اخطار برای تشخیص گازها در پالایشگاه ها و صنایع دیگر، برای آزمایش میزان الکل در تنفس و.... می‌باشد .سنسورهای نیمه هادی که تغییرات در سطح مقاومت را شناسایی می‌کنند همچنین برای اندازه‌گیری رطوبت نسبی نیز بکار می‌رود.

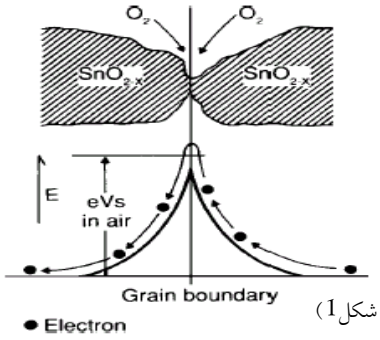
شناخته‌شده‌ترین سنسورهای گازی سنسورهای گازی تاگوچی[1] TGS است که برپایه SnO_2 می‌باشد و توسط شرکت فیگارو[2] ژاپن تولید می‌شود . شرکت فیگارو در تولید سنسورهای گاز موفق بوده و انواع مختلفی از سنسورهای گاز تولید کرده (با کد از هم متمایز شده‌اند)که دارای کاربرد ها وخصوصیات گوناگونی هستند .

۲. سنسورهای گاز TGS (آشکارسازهای گازهای متراوش سمی ومنفجره):

فناوری به کاربرده شده در سنسورهای TGS فناوری فیلم ضخیم نیمه‌هادی‌های اکسید فلزی می‌باشد .این سنسورها با قیمت کم ،عمر طولانی وحساسیت خوب در صورتیکه در یک مدار الکتریکی مناسب بایاس شود توسط شرکت فیگارو عرضه می‌شود .

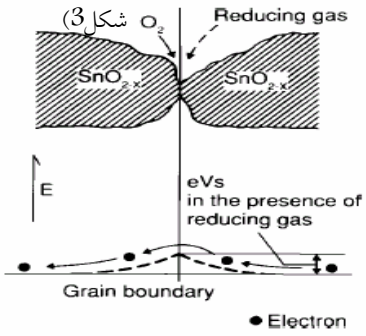
۲-۱.عملکرد:

ماده حسگر سنسورهای گاز TGS اکسید فلز، معمولا SnO_2 می‌باشد. وقتی که اکسید فلز مانند SnO_2 در دمای بالای معین هوا گرم شود، اکسیژن روی سطح کریستال، با یک بار منفی به صورت سطحی جذب می‌شود. سپس الکترونهای دهنده در سطح کریستال با اکسیژن جذب شده سطحی مبادله می شوند ،که منجرب به از دست رفتن بارهای مثبت در فضای لایه بار می‌شود. بنابرین پتانسیل سطحی برای فراهم کردن یک سد پتانسیل در خلاف شارش الکترونها ایجاد می‌شود .(شکل۱)



شکل1)

شکل۱)در غیاب گاز



شکل3)

شکل۳)در حضور گاز

$$1/2O_2 + (SnO_{2-x})^* \rightarrow O^-ad(SnO_{2-x})$$
$$CO + O^-ad(SnO_{2-x}) \rightarrow CO_2 + (SnO_{2-x})^*$$

شکل۲)رابطه بین CO واکسیژن جذب شده روی SnO_2

درون سنسور، در قسمت اتصال مرز ذرات میکروکریستال‌های SnO_2، یک جریان الکتریکی شارش می‌یابد. در مرزهای ذرات، اکسیژن جذب شده سطحی، یک سد پتانسیلی برای جلوگیری از حرکت آزادانه حاملها بوجود می‌آورد. مقاومت الکتریکی سنسور نیز با این سد پتانسیل نسبت دارد. در صورت وجود یک گاز احیاءکننده چگالی سطحی اکسیژن باردارشده با بار منفی کاهش می‌یابد که منجرب به کاهش ارتفاع سد پتانسیل در مرز ذرات می‌شود (شکل۲و۳).کاهش ارتفاع سد نیز مقاومت سنسور را کاهش می‌دهد.

رابطه بین مقاومت سنسور با مقدار گاز احیاءکننده می‌تواند بوسیله تساوی زیر بامیزان ثابتی از مقدار گاز بدست آید.

R_s مقاومت الکتریکی سنسور

$$R_s = A[C]^{-a} \qquad (1)$$

A ثابت

[C] مقدار گاز

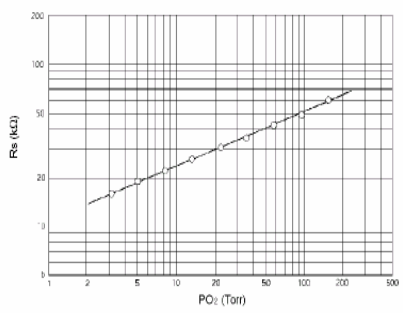
a شیب منحنی R_s

[1].Tagochi Gas Sensor
[2] .Figaro Co

۲-۲. مشخصه و ویژگیهای سنسور:

۲-۲-۱.وابستگی به فشار جزئی اکسیژن :

شکل ۴ رابطه بین فشار گاز در اتمسفر و مقاومت نمونه‌ای از سنسور TGS در هوای تمیز را نشان می‌دهد. توجه داشته باشید که کاهش فشار اکسیژن ، مقاومت سنسور را کاهش خواهد داد.

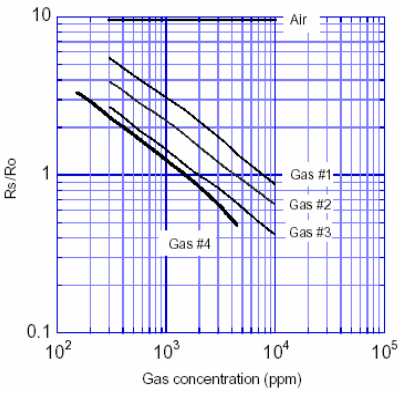


شکل۴)نمونه‌ای از وابستگی در اتمسفر po_2

۲-۲-۲.میزان حساسیت گاز:

با توجه به فرمول (۱)، رابطه بین مقاومت سنسور و مقدار گاز ، رابـطه‌ای خطی در مقیاس لگاریتمی است. در حالتی که مقدار گاز، در رنج کاری خود عملی باشد (از چندینppm تا چندین هزار ppm) .شکل ۵ نمونه‌ای از رابطه بین مقاومت سنسور با مقدار گاز را نشان می‌دهد .

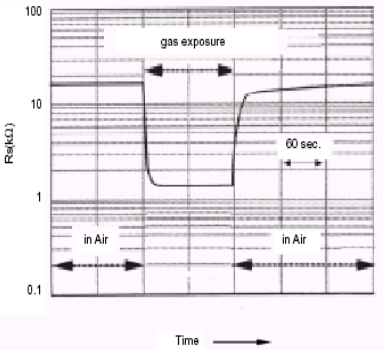
سنسور با تغییرات گازهای احیـاءکننده حـــساسیت نشان خواهد داد . البته حساسیت نسبی به گازهـای معـین می تواند با در نظر گرفـتن دمای کارو مدار حسگر بهینه‌سازی شود. از آنجایی که مقادیر واقعی مقاومت سـنسور، از یک سنسور به سنسور دیگرمتفاوت است.ویژگیهای حساسیت نوعـی بیان می‌کند نسبت مقاومت سنسور در چگالیهای گوناگون گاز (R_s) بالاتر از مقاومت در چگالی معین از گاز مورد نظر (R_o)است.



شکل۵)نمونه‌ای از مشخصه‌های حساسیت

۲-۲-۳.واکنش سنسور:

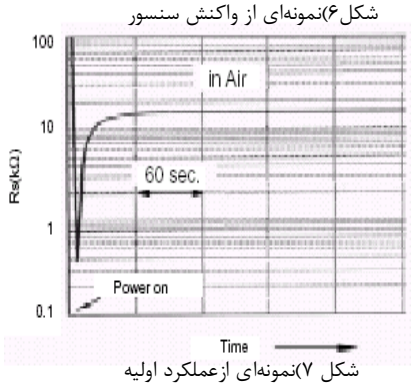
شکل ۶ رفتار خاصی را وقتی که سنسور در معرض گاز احیاء کننده قرار می گیرد وسپس برداشته می‌شود نشان می‌دهد . مقاومت سنسور هنگامی که در معرض گاز قرار می‌گیرد به سرعت افت می‌کند و هنگامی‌که از آنجا برداشته می‌شود در زمانی کوتاه به مقدار اصلی خود بر می‌گردد. سرعت واکنش‌سنسور با توجه به مدل سنسور وگاز به کاربرده شده متفاوت خواهد بود.



شکل۶)نمونه‌ای از واکنش سنسور

۲-۲-۴.عملکرد آغازین:

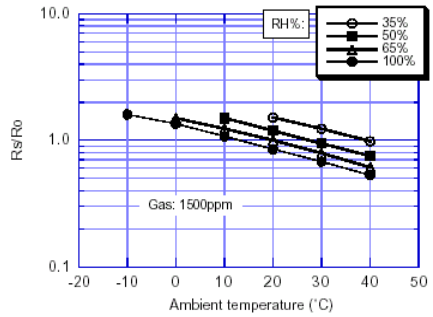
همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده است ،تمامی سنسورها یک رفتار گذرا وقتی که در هوا بدون انرژی و تحریک می‌شوند، از خود نشان می‌دهند که به عنوان عملکرد آغازین شناخته می‌شود. برای چندین ثانیه اول بعد از گرفتن انرژی ، R_s بدون توجه به درصد گازها بهسرعت افت می‌کند و سپس با توجه به اتمسفر محدود شده ، به میزان ثابت میرسد. طول عملکرد آغازین به شرایط اتمسفر هنگام جایگذاری و همچنین به خود مدت جایگذاری بستگی دارد و با مدل سنسور تغییر می‌کند. این رفتار هنگامی که مداربرای آن طراحی میشود باید لحاظ شود. زیرا در این رفتار طول لحظات اول که مدار روشن می‌شود ممکن است خطایی بوجود آید.



شکل ۷)نمونه‌ای ازعملکرد اولیه

۲-۲-۵.وابستگی به دما و رطوبت :اصل آشکارسازی و تعیین گاز در این نوع سنسورها بر اساس جذب سطحی و دفع سطحی شیمیایی گازها در سطح سنسور می‌باشد. به عنوان یک نتیجه، دما محدود شده به وسیله تغییر دادن میزان واکنش شیمیایی، ویژگی‌های حساسیت را تحت تاثیر قرار می‌دهد .

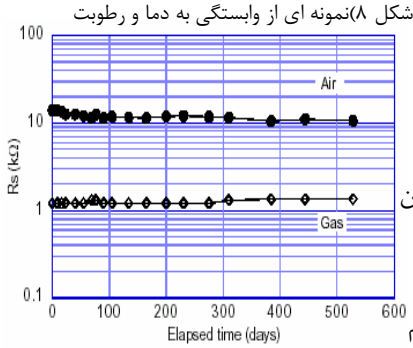
همچنین افزایش رطوبت نیز مانند بخار آب جذب شده در سطح سنسور می‌تواند باعث کاهش R_s شود. شکل۸ نـمونه‌ای از این وابـستگی‌ها را نشان می‌دهد . هنگام استفاده از این سنسورها از مدار جبران ساز حرارتی بهره می‌گیرند.



شکل ۸)نمونه ای از وابستگی به دما و رطوبت

۲-۲-۶.طول دوران پایداری:

شکل۹ نمونه‌ای از اطلاعات مربوط به طول دوران پایداری برای سنسورهای سری TGS نشان می‌دهد.عموماسنسورهای TGS ،کارکترهای پایداری رادر واحد زمان نشان می‌دهندکه این ویژگی آنها را برای مقاصد وعملکردهای بدون نیاز به تعمیرات ، مناسب ساخته است.

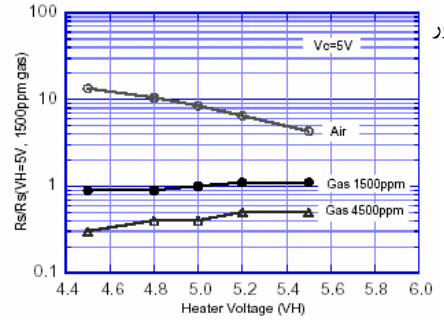


شکل ۹) نمونه ای از طول دوره پایداری

۲-۲-۷.وابستگی به ولتاژ فیلیمان:

سنسورهای TGS به گونه‌ای طراحی شده‌اند که تحت ولتاژ ثابت معین فیلیمان ویژگی‌های حساسیتی بهینه را از خود نشان می‌دهند . شکل ۱۰ نمونه‌ای از تغییرات حساسیت گاز با ولتاژ فیلیمان را نشان می‌دهد .از آنجایکه سنسور به ولتاژ فیلیمان وابسته است با توجه به ویژگی‌ها ومشخصات،ولتاژ فیلیمان تنظیم شده وکنترل شده ثابتی باید به سنسور داد.

لازم به ذکر است که ویژگی های فوق به صورت کلی است و منحصر به سنسور خاصی نیست .



شکل ۱۰)نمونه ای از وابستگی به ولتاژ فیلیمان

۲-۳-طرح مدار:

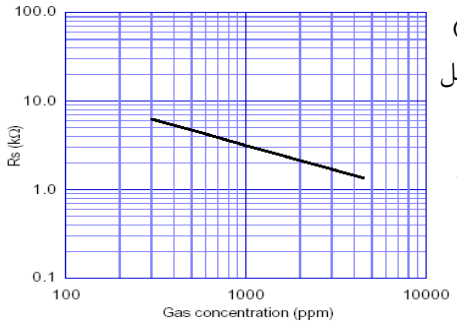
ابتدا به صورت کلی مداری برای استفاده سنسور طراحی می کنیم ،اما بسته به نوع سنسور ومشخصه های آنها مقادیر والمانهای مختلفی را طلب میکند.

۲-۳-۱. مقاومت بار R_l :

سیگنال خروجی از مقاومت باری که همانند یک نگهدارنده (محافظ سنسور) با سنسور تنظیم‌کننده مصرف قدرت(P_s)در زیر مقدار نامی برای سنسور عمل می‌کند بدست می‌آید.

انتخاب درست و صحیح مقاومت بار R_l برای یک سنسور منحصر به فرد قادر می‌سازد سنسور مشخصات یکسانی را عرضه بدارد . بنابرین مصرف کننده می‌تواند سنسور را تحت بهترین مشخصه‌ها به کار برد.

شکل ۱۱ نمونه‌ای از مشخصه‌های حساسیت یک سنسور را نشان می دهد.

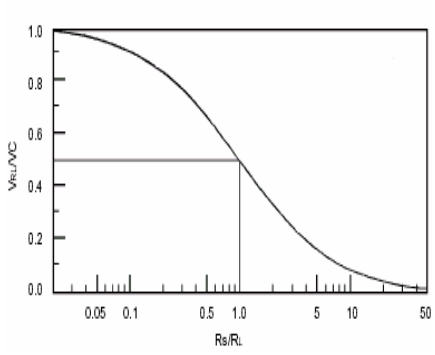


شکل ۱۱)مشخصه‌های حساسیت(R_s)

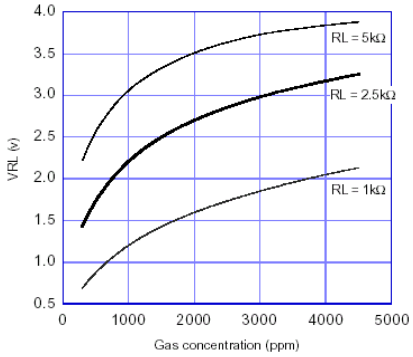
شکل ۱۲ غلظت وتراکم گاز را نشان می‌دهد(V_s) .

ولتاژ خروجی (V_{R_l}) وقتی که سنسور در یک مدار استفاده می‌شود.(همچون شکل ۱۴)همراه با مقادیر R_l مختلف ($1k\Omega$ ، $2.5k\Omega$ و $5k\Omega$).شکل ۱۳رابطه بین R_s/R_l و V_{R_l}/V_c را نشان می‌دهد.

در نقطه‌ای که R_s/R_l برابر 0.1 است شیب V_{R_l}/V_c به مقدار ماکزیمم خود می‌رسد. در این نقطه دقت مطلوبی از سیگنال در شدت اخطار می‌توان بدست آورد. به عنوان یک نتیجه به استفاده از یک R_l که R_s/R_l مقداریست برابربا 0.1 در شدتی‌که آشکار می‌کند توصیه می‌شود. برای یک نتیجه مطلوب یک مقاومت متغیر لازم است.



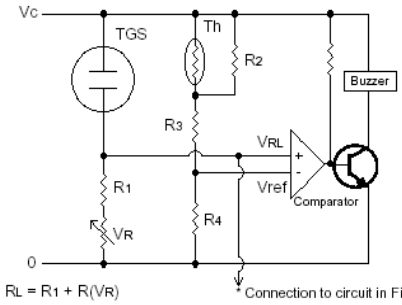
شکل۱۳)رابطه بین R_s/R_l و V_{R_l}/V_c



شکل۱۲)مشخصه‌های حساسیت(V_{R_l})

۲-۳-۲.پردازش سیگنال:

روش قراردادی پردازش سیگنال خروجی استفاده از مقایسه کننده مانند شکل ۱۴ است. وقتی که V_{R_l} از مقدار از پیش تنظیم شده V_{ref} تجاوز کند مقایسه کننده سیگنال تجهیزات خارجی از قبیل زنگ اخبار وLED را فعال می‌کند . استفاده از میکروپروسسور برای پردازش سیگنال عمومیت بیشتر پیدا کرده است. میکروپروسسور می‌توانند عملکرد یکسانی مثل مقایسه کننده در افزودن دیگر عملکردهای سودمند از قبیل جبران وابستگی حرارتی و کالیبره‌کردن خودکار و غیره داشته باشند.



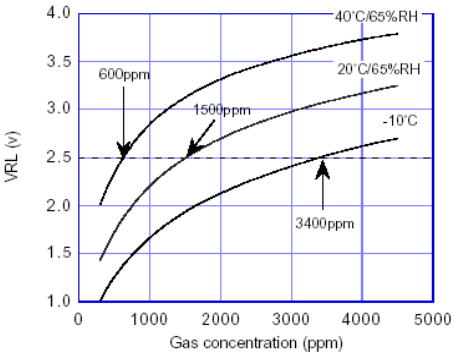
شکل۱۴)مدار متعارف برای جبران حرارت

۲-۳-۳- مدار جبران ساز حرارتی:

شکل۱۵یک منحنی حساسیت برای یک گاز مورد نظرتحت‌چندین شرایط محدود نشان می‌دهد.

بدون مدار جبران‌ساز حرارتی نقطه اخطار می‌تواند از[1] $600ppm$ تا $3400ppm$ تغییر کند، وقتی که در $1500ppm$ از گاز مورد نظر در شرایط $20°c$ و $65\%RH$ کالیبره شده است.

فرض کنید میانگین ثابتRH ، 65% باشد، V_{ref}در شکل ۱۴ می‌تواند با استفاده از ترمیستور تغییر کند بخاطر اینکه این وابستگی به درجه حرارت معین را جبران سازد. V_{ref} ممکن است از 2.59 تا 3.1 ولت (تحت $40°c,65\%RH$) یا تا 1.9ولت تغییر کند. نتیجه استفاده از مدار جبران ساز در شکل۱۶ ودر جدول ۱ نشان داده شده است .

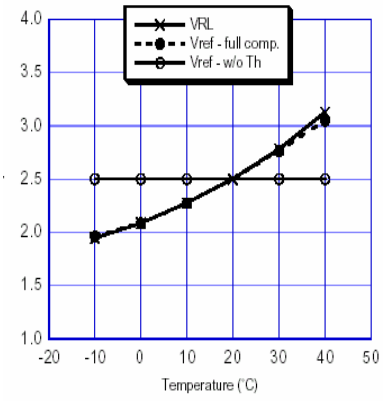


شکل ۱۵)منحنی حساسیت برای یک گاز

جدول ۱)تاثیر مدار جبران ساز

غلظت گاز ppm		شرایط اندازه‌گیری	
بدون‌مدارجبران‌ساز	بامدارجبران‌ساز	رطوبت($\%RH$)	درجه‌حرارت($°C$)
3400	1400	65	-10
3100	1450	65	0
2500	1475	65	10
1500	1500	65	20
1000	1505	65	30
600	1520	65	40

شکل ۱۶) تاثیر مدار جبران ساز



[1] Partical Per Million

برای انتخاب یک ترمیستور و یا یک مقاومت اضافی روش های زیر پیشنهاد می‌شود:

۱)شناختن دامنه درجه حرارت محدود و رطوبت پیش‌بینی شده. در این کاربرد،بین $-10°c$ و $40°c$، $40\% \sim 65\%RH$ می تواند مطرح شود ، با یک مقدار میانگین $20°c,65\%RH$.

۲)بدست آوردن منحنی‌های مشخصات حساسیت گاز مورد نظر بالای دامنه شرایط محدود .

۳)معین کردن ترمیستور و مقاومت‌های اضافی در تقریبی از منحنی میانگین .

مقادیری برای مدار جبران ساز معرفی شده همچنانکه در شکل ۱۴نشان داده شده است به صورت زیر است:

B=4200 Th: $R_s(25°c)=8k\Omega$ $R_1=1k\Omega$ $R_2=10k\Omega$

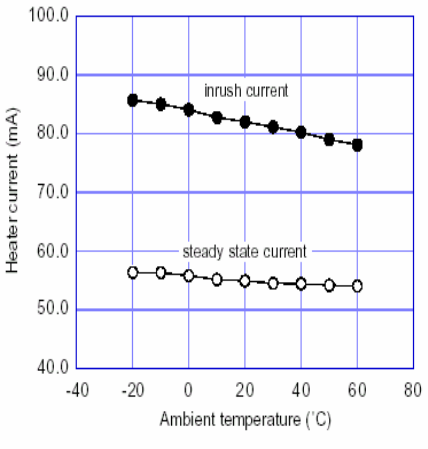
$R_4=5.8k\Omega$ $R_3=0.8k\Omega$

۲-۳-۴. جریان هجومی فیلیمان سنسورسری TGS2000

مواد فیلیمان سنسور وابستگی حرارتی خود را دارا می‌باشد. شکل ۱۷ هم جریان هجومی وهم حالت پایدار جریان فیلیمان را در درجه حرارت های محدود مختلف برای سری 2000 نشان می‌دهد.

این نمودار نشان می‌دهد که جریان هجومی تقریبا 50% بالاتر از جریان حالت پایدار است . نظر به اینکه مقاومت فیلیمان یک مقدار پایین در درجه حرارت کم نشان می دهد که این باعث خواهد شد بیشتر از جریان مورد انتظاردر درجه حرارت اتاق باشد.

در نتیجه وقتی که یک وسیله استفاده‌کننده سنسور برای اولین بار روشن می‌شود ممکن است به شدت ،جریان بسیار بالایی در لحظه کم اولیه روشن شدن تولید کند .بنابرین حفاظت از جریان هجومی برای تلفیق طرح مدار باید مطرح شود.



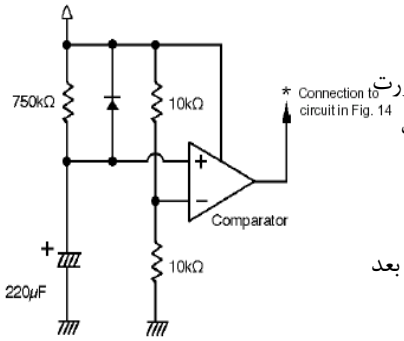
شکل ۱۷) وابستگی درجه حرارت به جریان فیلیمان

۲-۳-۵. مدار آشکار ساز شکست فیلیمان سنسور:

شکست فیلیمان سنسور می‌تواند با یک مقاومت متصل شده به فیلیمان به صورت سری آشکار شود . ولتاژ یکسره مقاومت وصل شده می تواند برای این هدف استفاده شود.

۲-۳-۶. جلوگیری از عملکرد اولیه مطابق فعال شدن آلارم:

مانند توضیحاتی که در قسمت ۴-۲ داده شد مقاومت R_s برای ثانیه‌های اولیه بعد از انرژی‌دادن به سرعت افت می‌کند، باعث می‌شود V_{R_l} از V_{ref} تجاوز کند.



شکل ۱۸)

صرف‌نظر از حضور گاز وپس از حرکت به سمت یک میزان پایدار بر طبق فشار جو محدود (اولین عملکرد).بعد از این رفتار ،در طی شروع کردن به پردازش، محتمل به فعال کردن آلارم طی اولین لحظه انرژی دادن خواهد شد. برای ممانعت عملکرد اولیه از فعال شدن آلارم از یک مدار همچون شکل ۱۸ باید استفاده کرد. این مدار باید به V_{R_l} در مدار سنسور وصل شود.

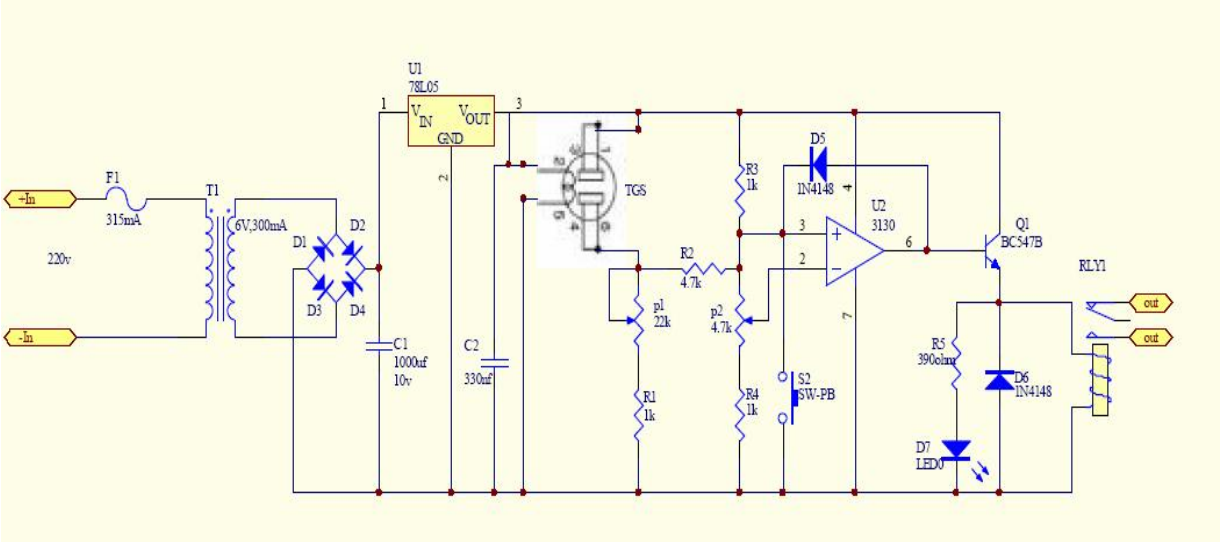
۲-۳-۷. مدار تاخیرزنگ اخبار:

برای جلوگیری از آلارم اشتباه ، به علت حضور گذرای گازهای مزاحم (متداخل) از قبیل الکل در بخارهای آشپزی،یک مدار تاخیر همانند مدار شکل ۱۸می توان استفاده کرد.

۲-۴.مدار پیشنهادی برای سنسورهای TGS:

مدار زیر یک مدار ساده برای سنسور های TGS813, TGS812 است که در انتهای مقاله مشخصه ها ی آن مورد

بررسی قرار گرفته است(شکل۱۹) .



شکل ۱۹)

تغذیه مدار از برق شهر تامین می‌شود آی سی ۷۸۰۵یک رگولاتور۵ ولت است که جریان یکسوشده را تثبیت می‌کند. پتانسیومتر P1 ومقاومت R1 به طور سری با سنسور گاز قرار گرفته‌اند و یک تقسیم کننده ولتاژ را تشکیل می‌دهند.

طرز عمل به این صورت است که هرچه آلودگی هوا بیشتر باشد ولتاژ بزرگتری به پایه مثبت IC2 اعمال می‌شود .ولتاژ مبنا به پایه منفی این آی سی اعمال شده است.

فرض می‌کنیم که مدار در محیطی عاری از آلودگی باشد در این حالت ولتاژ پایه منفی از پایه مثبت بیشتر می‌باشد. وقتی چیزی غیر از حالت نرمال را حس کند ولتاژ پایه مثبت افزایش یافته وخروجی مقایسه‌کننده تغییر حالت می‌دهد . در نتیجه ترانزیستور T1 مانند کلیدی بسته شده و رله جذب می‌گردد و دیود نورانی D7 نیز روشن می‌شود . واضح است که رله می‌تواند هر وسیله‌ای را نظیر آلارم را فعال سازد .توسط پتانسیومترهای P1 وP2 می‌توان زمان عمل مدار (حساسیت)را تنظیم نمود.

دیود نورانی و یا زنگ که در مدار به کار رفته برای مواقعی است که فردی در اتاق باشد و با دیدن نورانی شدن دیود یا شنیدن زنگ به نشت گاز آگاه می‌شود . هنگامی که فرد برای مدت طولانی در اتاق نباشد این موضوع بی فایده است. زیرا پس از مدتی که از نشت گاز گذشت فشار اطراف سنسور افت می‌کند که این سبب توقف عمل سنسور می‌گردد.

اضافه شدن دیود D5 به مدار در واقع برای رفع این عیب است.به محض اینکه گاز در فضا منتشر می‌شود ،مقایسه‌کننده تغییر حالت می‌دهدو D5 نیز هدایت خواهد کرد وسبب خواهد شد که یک فیدبک در اطراف IC2 ایجاد گردد.در نتیجه بدون توجه به تغییرات ناگهانی سنسور، مقایسه‌کننده در همین حالت باقی می‌ماند تا اینکه کلید S2 فشار داده شود.کل جریان مصرفی مدار نباید از ۲۰۰میلی آمپر تجاوز کند.

P1 باید به گونه‌ای تنظیم شود که حدود ۱تا ۳ ولت در محل اتصال P1 وR2 برقرار شود.همچنین P2 نیزطوری تنظیم می گردد که در پایه IC2 ولتاژی حدود ۰،۵ ولت بالاتر داشته باشد .یعنی اختلاف ولتاژی حدود ۵۰میلی ولت بین دو پایه مثبت ومنفی آی سی برقرار گردد. اما در انتها نگاهی مختصر بر مشخصه های یکی از سنسورهای فیگارو داریم .

۲-۵.سنسورهای TGS:

در جدول ۲ لیست سنسور های گاز TGS را با توجه به گازهای مورد نظر داریم.

جدول ۲)

	نوع کاربرد وگاز مورد نظر	نوع سنسور
گازهای قابل اشتعال	گازهای کم فشار / پروپان (500-10000ppm)	TGS2610-TGS813
	گازهای طبیعی/متان (500-10000ppm)	TGS2611-TGS842
	گازهای قابل احتراق عمومی(500-10000ppm)	TGS2610-TGS813
	هیدروژن (50-1000ppm)	TGS821
گازهای سمی	منواکسید کربن (50-1000ppm)	TGS2442
	آمونیاک(30-300ppm)	TGS826
	سولفید هیدروژن(5-100ppm)	TGS825
حلالهای آلی	الکل، تولوئن(50-500ppm)	TGS2620-TGS822
	دیگر بخارات آلی سبک	TGS2620-TGS822
گازهای سردکننده CFCs (HCFCs)	R-22, R-113 (100-3000ppm)	TGS830
	R-21, R-22 (100-3000ppm)	TGS831
	R-134 a, R22 (100-3000ppm)	TGS832
	دیگر گازهای سرد کننده	TGS83x series
آلاینده های خانگی	دی اکسید کربن	TGS4160
	آلاینده‌های هوا (ppm ۱۰ >)	TGS800-TGS2600-TGS2602
بخارات آشپزی	بخارات فرار غذا (الکل)	TGS880
	بخارات آب غذا	TGS883T
اکسیژن	0-100%-5-year life, 12sec.to 90% response	KE-25
	0-100%-10-yearlife, 60sec.to 90% response	KE-50

TGS813,TGS842- برای آشکار سازی گازهای قابل احتراق:

ویژگی‌ها: ***کاربرد:***

- ***حساسیت بالا به متان ،پروپان‌وبوتان*** ***آشکارسازی نشتی گازهای خانگی واعلام خطر***
- ***عمر طولانی وقیمت پایین*** ***آشکارسازی گازهای سبک***
- ***استفاده از مدار الکتریکی ساده***

ماده حسگر این سنسور اکسید نیمه‌هادی SnO_2 می‌باشد که قابلیت هدایت پایین در هوای تمیز دارد.در صورت وجود یک گاز قابل کشف قابلیت هدایت سنسور که به غلظت گاز در هوا بستگی دارد،افزایش پیدا می‌کند.یک مدار ساده الکترونیکی می‌تواند تغییرات رسانایی را به یک سیگنال خروجی که به چگالی گاز وابسته است تبدیل کند.

TGS813 حساسیت بسیار بالایی به متان، پروپان و بوتان دارد. این محصول ایده مناسبی برای کشف گازهای طبیعی می‌باشد.

شکل ۲۰نمونه‌ای از مشخصه‌های حساسیت را نشان می‌دهد:

تمام این اطلاعات در شرایط تست استانداردگردآوری شده‌اند. محور y نسبت مقاومت R_s/R_o را نشان می‌دهدکه به صورت زیر تعریف می شوند.

R_s = مقاومت سنسور برای گازهای نمایش داده شده در غلظت‌های گوناگون

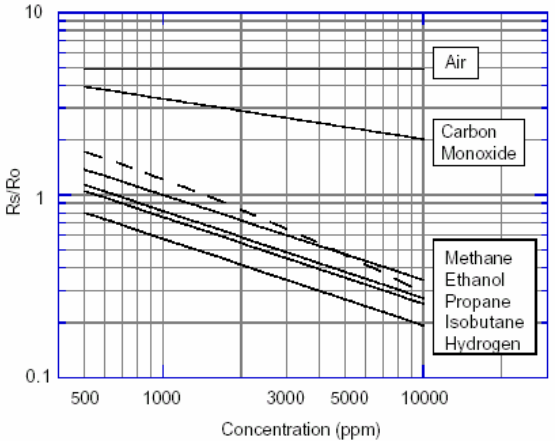
R_o = مقاومت سنسور در 1000ppm متان

شکل ۲۱نمونه‌ای از مشخصه‌های وابستگی به رطوبت ودما را نشان می‌دهد:

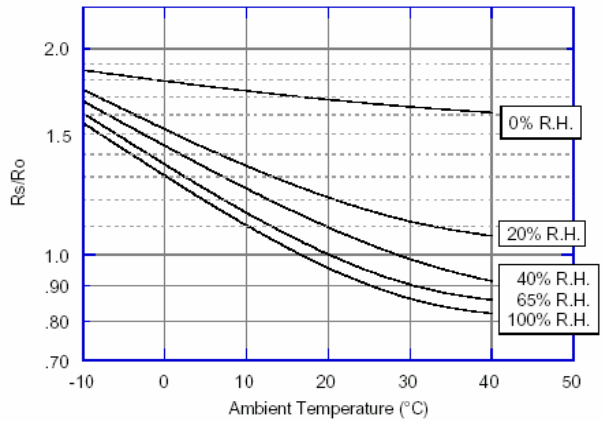
محورy نسبت مقاومت سنسور R_s/R_o را نشان می‌دهدکه داریم

R_s = مقاومت سنسور در 1000ppm از متان در درجه حرارت و رطوبتهای گوناگون

R_o = مقاومت سنسور در 1000ppm از متان در $20°c,65\%RH$



شکل ۲۰)مشخصه‌های حساسیت



شکل ۲۱)وابستگی به درجه حرارت و رطوبت

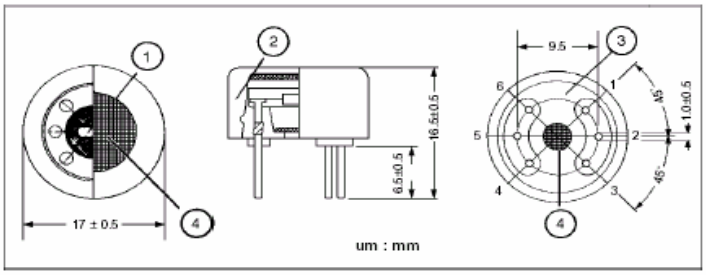
ساختار وابعاد سنسور:

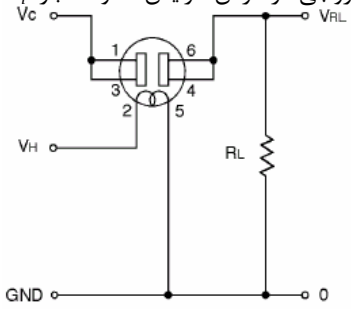
۱.عنصر حسگر :اکسید فلز SnO_2 سینتر شده فیلم ضخیم در سطح لوله سرامیکی آلومنیومی که محتوی یک هیتر یکپارچه است.

۲.سرپوش: نایلون۶۶ **۳.بیس سنسور:**نایلون ۶۶

اتصالات پینها و مدار اندازه گیری پایه:

تعدادی شماره اطراف شکل سنسور در دیاگرام مداری شکل ۲۲ نشان داده شده است که برابر با شماره پین‌های نشان داده‌شده در نقشه ساختمان سنسور است .وقتی که سنسور همانند مدار پایه نشان داده‌شده اتصال پیدا کند خروجی در عرض افزایش مقاومت بار R_l ، مقاومت سنسور R_s کاهش پیدا می‌کند،که به چگالی گاز بستگی دارد.





شکل۲۲)دیاگرام مداری وساختمان سنسور

جدول ۳)شرایط استاندارد مدار

آیتمها	علامت	مقادیر ارزیابی شده	توضیحات
ولتاژ فیلیمان	V_H	$5.0 \pm 0.2v$	AC or DC
ولتاژ مدار	V_c	Max. 24v	$P_s \le 15mW$, DC only
مقاومت بار	R_l	Variable	$0.45k\Omega$ min

جدول۴) مشخصه های الکتریکی

آیتمها	علامت	شرایط	خصوصیات
مقاومت سنسور	R_s	متان در 1000ppm/هوا	$5k\Omega \sim 15k\Omega$
تغییرات نسبت مقاومت سنسور	R_s/R_o	$\frac{R_s \text{ (متان در 3000ppm/هوا)}}{R_s \text{ (متان در 1000ppm/هوا)}}$	0.55 ± 0.05
مقاومت فیلیمان	R_H	درجه حرارت اتاق	$30.0 \pm 3.0\Omega$
توان مصرفی فیلیمان	P_H	$V_H = 5.0v$	835mW

شرایط تست استاندارد:

وقتی که سنسور در شرایط استاندارد تعیین شده زیر تست شود آنگاه مشخصه‌های TGS813 با مشخصه‌های الکتریکی جدول ۴ مطابقت می‌کند.

شرایط تست گاز: $20° \pm 2°c, 65 \pm 5\% RH$

شرایط مدار:

$$V_c = 10.0 \pm 0.1v(ACorDC)$$
$$V_H = 5.0 \pm 0.05v(ACorDC)$$
$$R_l = 4.0k\Omega \pm 1\%$$

دوره پیش گرمکن قبل از تست :بیشتر از ۷ روز

مقاومت سنسور با فرمول روبرو محاسبه می‌شود: $R_s = (\frac{V_c}{V_{Rl}} - 1) \times R_l$

همچنین توان مصرفی در الکترودهای سنسور با فرمول زیر محاسبه می شود:

$$P_s = \frac{V_c^2 \times R_s}{(R_s + R_l)^2}$$

در ضمن این روابط ومشخصه ها برای TGS842 نیز یکسان می‌باشد.

۳.نتیجه گیری :

با مطالعه بروی سنسور های مختلف و استفاده از مدارهای ساده می توان از کاربرد های مختلف سنسور های گاز بهره جست و آشکارسازی وکشف گازهای مختلف را انجام داد . و از بروز خیلی از مسمومیت ها ناشی از گاز را در منازل ،کارخانجات، آزمایشگاهها ، حفاری ها و... جلوگیری کرد ویا در نهایت نوع گاز منتشر شده را در جهت بهبودی فرد مسموم شناسایی کرد .

۴.مراجع:

[۱]اصول و کاربرد سنسورها ،پیتر هاپتمن،کلانتری،صباحی،اجلالی،انتشارات آشینا،مهر ۷۸

[۲]نشریه صنایع الکترونیک،شماره ۹،شهریور و مهر ۸۲

[3] www.figarosensor.com