

# CZUJNIK GAZU FIGARO TGS 822

## Charakterystyka

- Wysoka czułość wykrywania oparów organicznych, przykładowo alkoholu.

## Zastosowanie

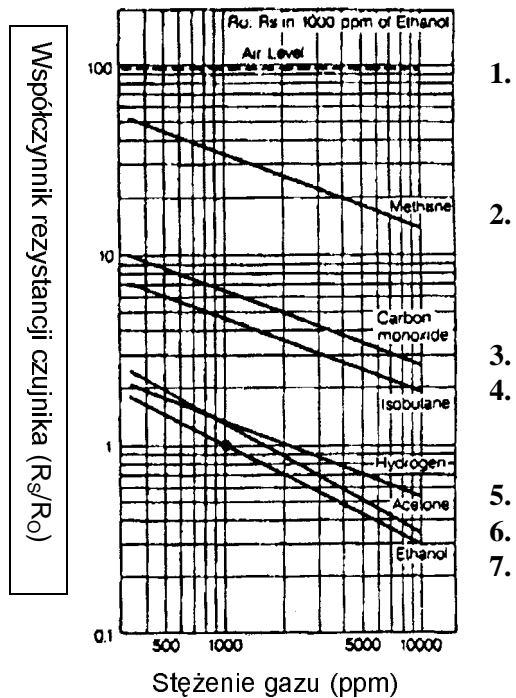
- Badanie zawartości alkoholu w wydychanym powietrzu, monitorowanie oparów organicznych oraz wykrywanie gazów przez przemysłowe detektory gazów.

## Parametry techniczne

Model	TGS 822	
Konstrukcja	Taka sama jak modelu TGS 813	
Warunki pracy obwodu	Napięcie obwodu ( $V_C$ ): maks. 24 V, prąd zmienny lub stały Napięcie podgrzewacza ( $V_H$ ): 5 V, prąd stały lub zmienny Pobór mocy podgrzewacza ( $P_H$ ): Około 650 mW	
Wykrywane gazy i zakresy wykrywanych stężeń	Etanol	50–10 000 ppm
	n-pentan	50–5000 ppm
	n-heksan	50–5000 ppm
	Benzen	50–5000 ppm
	Aceton	50–5000 ppm
	Metanol	50–5000 ppm
	Eter metylowoetylowy	50–5000 ppm

\* W celu uzyskania informacji o wykrywalności innych gazów prosimy o kontakt z Figaro.

Ru:  $R_s$  przy stężeniu etanolu 1000 ppm



## Charakterystyki czułościowe czujnika TGS 822 (Typowe dane)

Obwód testowy i parametry robocze czujnika

Nr	TGS 822
<b>WARUNKI TESTOWANIA</b>	
(A) Napięcie obwodu ( $V_C$ )	10 V ( AC lub DC)
(B) Napięcie podgrzewacza ( $V_H$ )	5 V ( AC lub DC)
Moc podgrzewacza	
Rozproszenie energii ( $P_H$ )	Ok. 650 mW
(C) Rezystancja obciążenia	K $\Omega$
Czas nagrzewania	Ok. 2 min
Rezystancja podgrzewacza ( $R_H$ )	38 $\Omega \pm 3\Omega$
* Rezystancja czujnika ( $R_S$ )	1–10 K $\Omega$ przy stężeniu etanolu w powietrzu 300 ppm
* Współczynnik rezystancji	$R_S$ przy stężeniu etanolu w powietrzu 300 ppm $R_S$ przy stężeniu etanolu w powietrzu 50 ppm = 0,42 $\pm$ 0,05

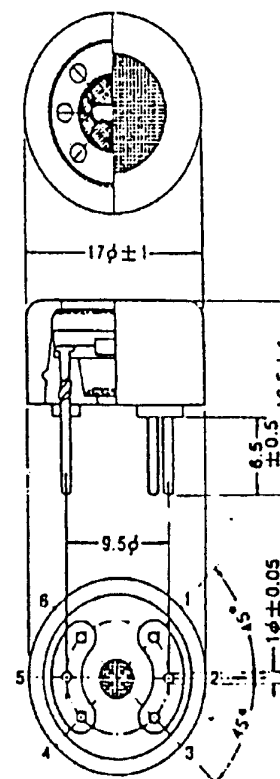


Tabela II Parametry elektryczne i charakterystyki czułościowe

Parametr	Warunki	Wartość
1) Rezystancja czujnika ( $R_S$ )	$R_S$ przy stężeniu etanolu w powietrzu 300 ppm	1 K $\Omega$ –10 K $\Omega$ *
2) Zmiana współczynnika rezystancji	$R_S$ przy stężeniu etanolu w powietrzu 300 ppm $R_S$ przy stężeniu etanolu w powietrzu 50ppm	0.2 $\pm$ 0.1*
3) Rezystancja podgrzewacza ( $R_H$ )	w temperaturze pokojowej	38 $\Omega \pm 3 \Omega$
4) Pobór mocy przez podgrzewacz	$V_H = 5 V$	660 mW $\pm$ 55 mW

\* Wartości te zostały zmierzone w warunkach podanych w Tabeli III

Tabela III Standardowe warunki testowania

Warunki atmosferyczne	Czyste powietrze Temperatura: 20 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C Wilgotność względna: 65 $\pm$ 5%
Warunki obwodu	$V_R = 10 \pm 0,1V$ ( AC lub DC) $V_H = 5 \pm 0,05 V$ ( AC lub DC) $R_L = 3,9 k\Omega \pm 1\%$
Stabilizowanie	Wcześniejsze zasilanie przez co najmniej 7 dni

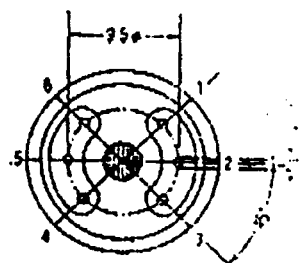
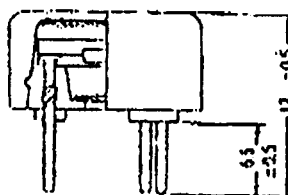
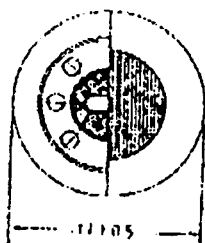
Tabela IV Wytrzymałość mechaniczna

Pozycja	Warunki testowania	Kryterium
1) Test wibracyjny	Częstotliwość: 1000 cykli na minutę Amplituda pionowa: 4 mm Czas trwania 1 godzina	Powinny być zachowane charakterystyki podane w Tabeli II
2) Test wstrząsowy	Przyśpieszenie: 100 G Liczba uderzeń: 5	

Tabela V Materiały

Element wykrywający	Ceramiczny $\text{SnO}_2$
Drut podgrzewacza	Stop chromowy (Średnica: 60 $\mu\text{m}$ )
Przewody przyłączeniowe do styków	Stop złota (Średnica: 80 $\mu\text{m}$ )
Obudowa	Nylon 66 (UL 94HB)
Styki	Niklowe
Tłumik płomieni	Podwójna siatka ze stali nierdzewnej o wielkości oczka 100 (SUS316)
Ciężar	ok. 2,6 g

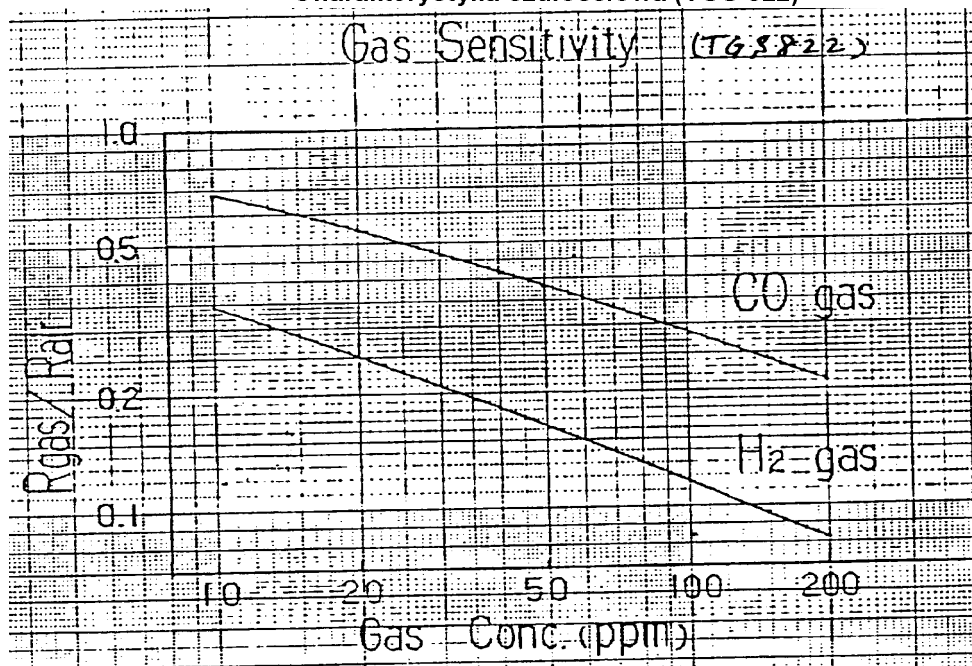
### Wymiary



Opis wykresu:

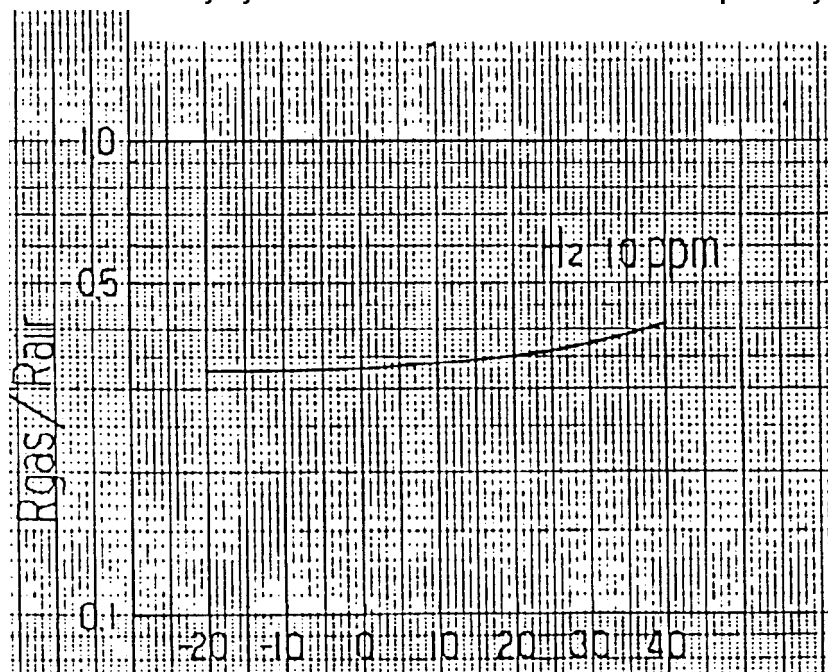
TEMP. 20°C	TEMP. 20°C
RH 65%	Wilgotność względna 65%

Charakterystyka czułościowa (TGS 822)



Stężenie gazu (ppm)

Charakterystyka czułościowa w zależności od temperatury (TGS 822)



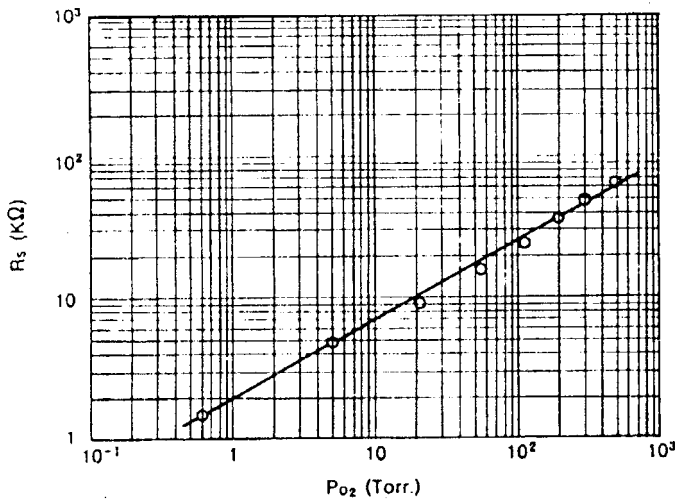
Temperatura otoczenia

## 1. Zasada działania czujnika TGS

Adsorpcja molekuł gazu na powierzchni półprzewodnika prowadzi do transferu elektronów, co spowodowane jest różnicą potencjałów energii między molekułami gazu a powierzchnią półprzewodnika. Tlen, który może odbierać elektrony, jest adsorbowany na powierzchni półprzewodników typu n. Transfer elektronów z poziomu donorowego półprzewodnika na powierzchnię adsorbowanego gazu prowadzi w rezultacie do zmniejszenia przewodności półprzewodnika.

TGS to czujnik półprzewodnikowy  $\text{SnO}_2$ . Z tego powodu pomiędzy poszczególnymi kryształami występuje bardzo duża liczba granic ziaren. Adsorpcja tlenu tworzy potencjalną barierę na tych granicach ziaren, z jednocześnie dużą redukcją przewodności półprzewodnika.

Rys. 1 ilustruje zależność pomiędzy ciśnieniem tlenu w powietrzu ( $P_{\text{O}_2}$ ) a przewodnością czujnika TGS. Mniejsze ciśnienie tlenu powoduje zwiększenie przewodności czujnika.



**RYS. 1. ZALEŻNOŚĆ POMIĘDZY REZYSTANCJĄ CZUJNIKA TGS (R<sub>S</sub>) A CIŚNIENIEM TLENU (P<sub>O<sub>2</sub></sub>)**

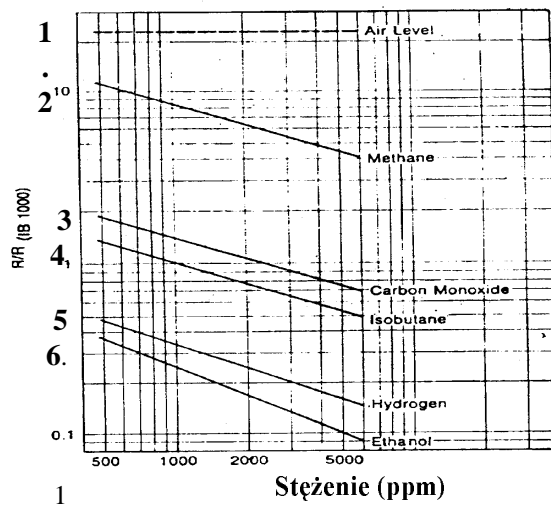
- Testowany czujnik: #812
- Warunki testowania: V<sub>C</sub>= 10 VDC / V<sub>H</sub> 5VDC / R<sub>L</sub> 4KΩ

Ponieważ ciśnienie tlenu w powietrzu jest w rzeczywistości stałe, natężenie i wielkość adsorpcji przez czujnik TGS zależą od temperatury czujnika. Z tego powodu przewodność czujnika TGS przechowywanego w stałej temperaturze powietrza jest taka sama.

Jeżeli czujnik TGS, który uprzednio zaadsorbował tlen w opisany powyżej sposób, zetknie się z gazami redukującymi lub łatwopalnymi, np. tlenkiem węgla, wodorem itp., molekuly gazu będą adsorbowane w taki sposób, że elektrony będą transferowane w odwrotnym kierunku w stosunku do reakcji tlenowej, co doprowadzi do zwiększenia gęstości elektronów w powłoce ładunków przestrzeni półprzewodnika oraz do zmniejszenia bariery potencjałów na granicach ziaren.

Zwiększenie przewodności (zmniejszenie rezystancji) czujnika TGS w zależności od stężenia gazu przedstawiono na Rys. 2. Adsorpcja gazów na powierzchnia czujnika ma charakter odwracalny, tzn. może również występować desorpcja. Krótki czas reagowania jest uzyskiwany poprzez podgrzewanie powierzchni czujnika do temperatury rzędu 200–400°C.

- |    |                  |
|----|------------------|
| 1. | Czyste powietrze |
| 2. | Metan            |
| 3. | Tlenek węgla     |
| 4. | Izobutan         |
| 5. | Wodór            |
| 6. | Etanol           |

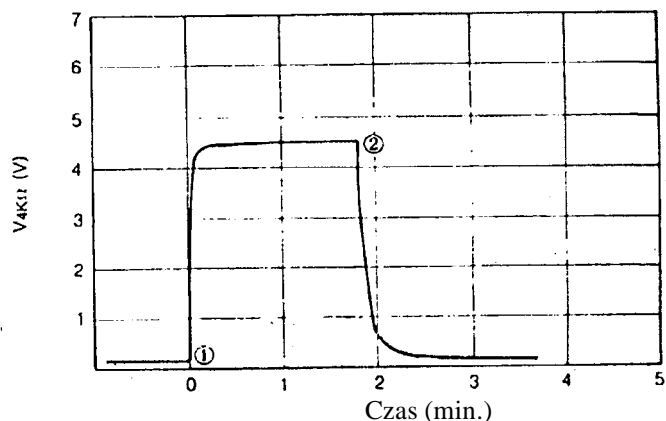


**RYS. 2. ZALEŻNOŚĆ POMIĘDZY REZYSTANCJĄ CZUJNIKA TGS (R<sub>S</sub>) A STĘŻENIEM GAZÓW**

- Testowany czujnik: #812
- Warunki testowania: V<sub>C</sub>= 10 VDC / V<sub>H</sub> 5VDC / R<sub>L</sub> 4KΩ

Czujnik umieszczony w powietrzu ze stężeniem gazu 2 ~ 30 % obj. charakteryzuje się przez długi czas stałą rezystancją, dzięki czemu nie następuje jego nieodwracalne odtlenienie. Po usunięciu łatwopalnego gazu i zastąpieniu go przez czyste powietrze rezystancja czujnika wraca do początkowej wartości.

Na Rys. 3 pokazano charakterystykę reagowania czujnika TGS na izobutan.



**RYS. 3. CHARAKTERYSTYKA REAGOWANIA NA IZOBUTAN**

- **Testowany czujnik: #812**
- **Warunki testowania:**  $V_C = 10 \text{ VDC}$  /  $V_H = 5 \text{ VDC}$  /  $R_L = 4 \text{ k}\Omega$
- **Procedura pomiarowa:**
  - 1) Umieścić czujnik TGS w hermetycznie uszczelnionym pojemniku ze stężeniem izobutanu 1000 ppm
  - 2) Szybko wyjąć czujnik na kilka minut

## 2. Główne funkcje i możliwości czujnika TGS

1. Długi okres eksploatacji i wysoka niezawodność. W normalnych warunkach okres do ponownej kalibracji lub wymiany wynosi 5 lat lub więcej.
2. Charakterystyki czujnika TGS nie są trwale zmieniane przez toksyczne gazy.
3. Możliwość wykrywania szeregu toksycznych gazów, np. tlenku węgla, amoniaku itp. przy bardzo niskich stężeniach przed wystąpieniem istotnego zagrożenia.
4. Zachowywanie czułości przy ekstremalnie wysokich stężeniach gazów, nawet wtedy, gdy całkowicie zastępują one tlen (powietrze).
5. Odporność na wibracje i wstrząsy.
6. Sygnał wyjściowy czujnika pozwala na zbudowanie detektorów gazu z wykorzystaniem minimalnej liczby elementów. W konsekwencji pozwala to na budowę niedrogich i bardzo niezawodnych detektorów gazu.

## 3. Zastosowanie czujnika TGS

Czujnik TGS może być stosowany w wielu obszarach związanych z wykrywaniem gazu, niemniej jednak każde zastosowanie wymaga starannego przeanalizowania zarówno rodzaju wykrywanego gazu, jak i jego stężenia.

Przykładowo, przy wykrywaniu łatwopalnych gazów, których stężenie jest tak duże, że grozi wybuchem, próg alarmowy jest funkcją dolnej granicy wybuchowości tych gazów. W przypadku gazów łatwopalnych i nietoksycznych zalecany jest zwykle próg alarmowy o wartości 10% dolnej granicy wybuchowości. Z uwagi na charakterystykę czujnika TGS w przypadku wybrania zbyt niskiego progu alarmowego możliwe jest generowanie fałszywych alarmów powodowanych przez opary spalinowe, dym, alkohol itp.

Jeżeli wykrywane mają być gazy toksyczne, próg alarmowy należy dobrać stosownie do wartości progowych określonych w odpowiednich normach dotyczących zdrowia i bezpieczeństwa (por. Tabela III).

Ponieważ czujnik TGS wykorzystywany jest do ochrony zdrowia i mienia, szczególnie duże znaczenie ma pełne zrozumienie charakterystyk, pozwalające na poprawne obliczenie progów alarmowych i precyzyjne wykalibrowanie.

**Alarm przecieków gazów** Tego rodzaju detektory są zwykle wykorzystywane do wykrywania niebezpiecznie wysokiego stężenia gazu miejskiego, ciekłego, ziemnego (metanu) itp. Każdy z tych gazów ma inną dolną granicę wybuchowości oraz gęstość, co należy uwzględnić przy kalibrowaniu i wyborze miejsca pracy detektora (por. Tabela III).

**Automatyczna wentylacja** Detektory TGS mogą być wykorzystywane do sterowania wentylatorami systemu wentylacji, w zależności od stężenia gazów, dymu lub oparów w kuchniach, na parkingach samochodowych, w laboratoriach itp. W tego typu systemach mogą być stosowane sterowniki o stałej lub zmiennej czułości.

**Alarmy pożarowe** Czujnik TGS reaguje na obecność tlenku węgla, który jest jednym z głównych gazów pojawiających się we wczesnym stadium pożaru. Czujniki TGS skalibrowane na wykrywanie tlenku węgla o stężeniu 200 do 1000 ppm mogą być stosowane do inicjowania alarmów pożarowych wraz z innymi czujnikami, przykładowo jonizacji powietrza, fotoelektrycznymi czy termicznymi. Czujnik TGS może być na przykład zastosowany do wykrywania tłuczysz się kabli w pomieszczeniach komputerowych, odbiornikach telewizyjnych i urządzeniach elektrycznych.

**Przenośne detektory z zasilaniem akumulatorowym** Czujniki TGS można również wykorzystywać do budowy przenośnych detektorów wycieków gazu.

**Wykrywanie tlenku węgla** Tlenek węgla to bardzo toksyczny gaz, będący przyczyną wielu tragicznych zdarzeń. Próg alarmowy musi być ustawiony na bardzo niską wartość, często jednak nie jest to możliwe w pomieszczeniach w których palony jest tytoń lub obecny jest inny dym albo opary. Próg alarmowy w żadnym wypadku nie może mieć wartości większej niż 1000 ppm. Szczegółowe dane odnośnie tlenku węgla podano w Tabeli I.

**Przemysłowe detektory gazu** W zastosowaniach przemysłowych czujnik TGS może być użyty do wykrywania tlenku węgla, amoniaku, oparów rozpuszczalnika, gazów węglowodorowych itp. Jeżeli wymagane jest mierzenie stężenia gazu, np. wyświetlanie na wskaźniku lub rejestrowanie, zasilanie czujnika powinno być włączone co najmniej 2–3 tygodnie przed rozpoczęciem kalibrowania, w celu ustabilizowania czujnika.

#### 4. Ogólne zalecenia dla czujników TGS

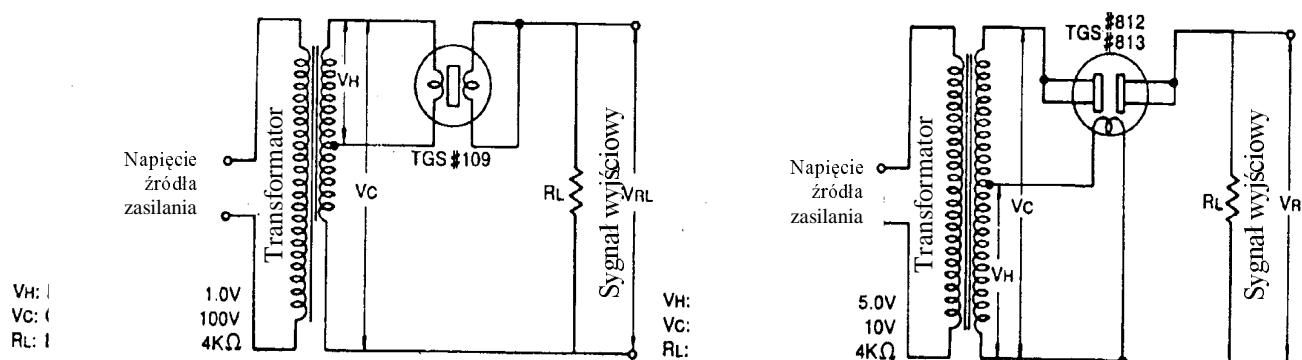
1. Należy zawsze wykorzystywać schematy obwodów podane w arkuszach danych technicznych dla każdego z czujników. Wykorzystywanie czujników w innych obwodach może spowodować zmianę charakterystyki czujnika na inną niż podawana przez Figaro. Jeżeli jest to konieczne, napięcie powinno być stabilizowane.
2. Zmiany wilgotności i temperatury mają wpływ na charakterystykę czujnika TGS. Wyposażenie obwodu w element do kompensacji temperaturowej, np. w termistor, zwiększa dokładność wykrywania. Ponieważ wilgotność bezwzględna zależy od temperatury, kompensacja taka umożliwi również w pewnym stopniu uwzględnienie zmian wilgotności.
3. Wykrywalność gazu. Poszczególne egzemplarze czujników mogą odznaczać się różną czułością na gaz, w związku z czym konieczne jest wykalibrowanie każdego z detektorów przy stężeniu gazu odpowiadającym progowi alarmowemu.
4. Kalibrowanie. Kalibrowanie należy przeprowadzać w środowisku o kontrolowanej temperaturze/ wilgotności, wykorzystując czyste powietrze i czysty gaz. Należy unikać wszelkich zanieczyszczeń powietrza, takich jak dym, alkohol, rozpuszczalniki, lakier, kleje, środki czyszczące itp., i usunąć je. Zalecane jest kalibrowanie w temperaturze  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , przy wilgotności względnej  $65\% \pm 5\%$ .
5. Czujniki TGS magazynowane przez dłuższy czas muszą być przed kalibrowaniem poddane stabilizowaniu. Najlepsza metoda stabilizowania to podłączenie gotowego detektora do zasilania na okres 3–4 dni w kontrolowanym środowisku przed rozpoczęciem kalibrowania.
6. Należy chronić czujniki TGS i gotowe detektory przed działaniem wilgoci za pomocą żelu krzemionkowego lub podobnego środka suszącego. Należy zwrócić uwagę, aby czujniki i gotowe detektory nie były wystawione na działanie oparów lub gazów wytwarzanych przez materiały do klejenia, pakowania itp.

#### POMIAR CHARAKTERYSTYK CZUJNIKÓW TGS

W przypadku produkcji seryjnej detektorów TGS należy zbudować specjalne stanowisko do testowania i kalibrowania. Niemniej jednak przedstawione poniżej urządzenia i procedura testowania pozwalają na wstępną ocenę i pomiar charakterystyk czujników.

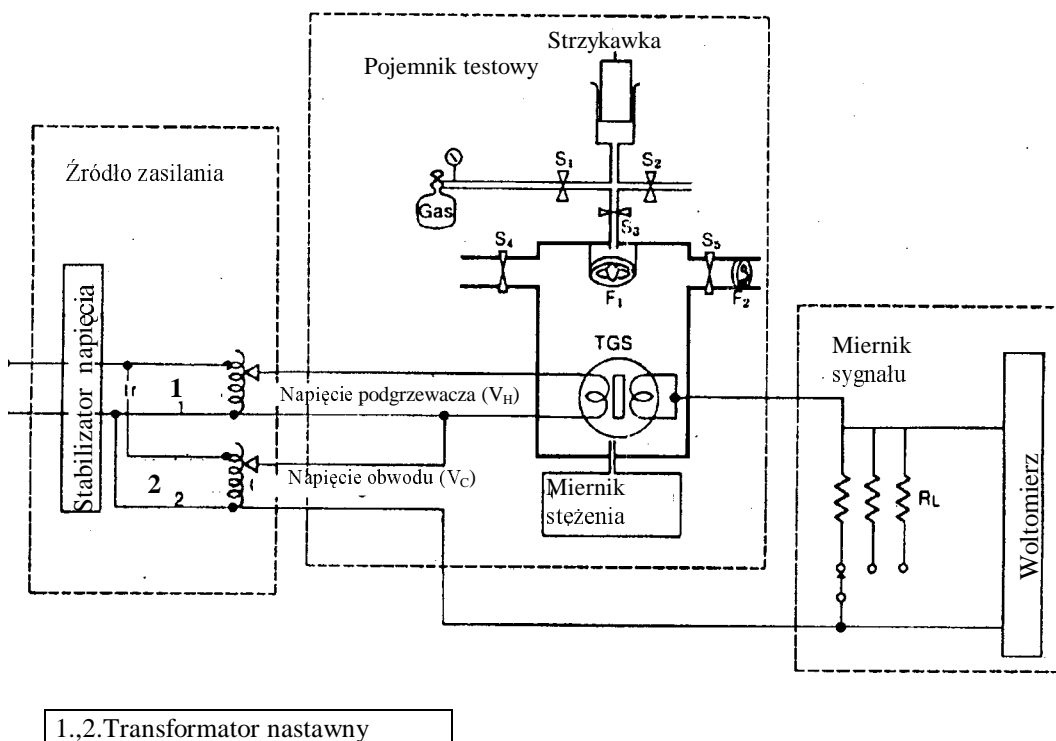
Na Rys. 1 pokazano standardowy obwód pomiarowy, wykorzystywany przy różnego typu czujnikach. Dane publikowane przez Figaro są mierzone w tego typu obwodach, w środowisku o kontrolowanej atmosferze, przy temperaturze  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  i wilgotności względnej  $65\% \pm 5\%$ .

**RYS. 1. PODSTAWOWY OBWÓD POMIAROWY**



$V_H$ : Napięcie podgrzewacza  
 $V_C$ : Napięcie obwodu  
 $R_L$ : Rezystancja obciążenia

Jak pokazano na Rys. 2, stanowisko do testowania składa się ze źródła zasilania, pojemnika testowego oraz miernika sygnału. Podstawowy parametr czujnika TGS, tzn. przewodność przy różnych stężeniach gazu i przy zmiennych wartościach  $V_C$ ,  $V_H$  i  $R_L$ , można mierzyć poprzez sprawdzanie spadku napięcia na rezystorze  $R_L$  połączonym szeregowo z czujnikiem.



**RYS. 2. STANDARDOWY SYSTEM POMIAROWY**  
Wykorzystywany czujnik: TGS #109



## 1. Specyfikacje stanowiska do testowania

**Zasilanie:** Stabilizacja napięć  $V_C$  i  $V_H$ :  $\pm 1\%$

Zakres napięć  $V_C$  i  $V_H$ :  $\pm 20\%$  wartości standardowych.

Przy korzystaniu z czujnika typu #109 należy zwrócić uwagę, aby elementy obwodu podgrzewacza były przystosowane do stosunkowo dużego prądu pobieranego przez drut podgrzewacza o oporności  $2\Omega$  oraz aby pomiar napięcia  $V_H$  był dokonywany na stykach czujnika.

**Pojemnik testowy:** Materiał: akryl

Pojemnik testowy zawiera:

1. Hermetyczne drzwiczki dostępu.
2. Gniazdo TGS podłączone do  $V_C$ ,  $V_H$  i  $R_L$ .
3. Gniazdo przyłączeniowe gazu.
4. Wentylator mieszający.
5. Kompletną instalację rurową do dostarczania/ usuwania powietrza wraz z zaworami i wentylatorem.
6. Strzykawkę do wtryskiwania żądanej ilości gazu.
7. Przyrządy do precyzyjnego mierzenia stężenia gazu, typu optycznego, cieplnego itp.

**Miernik sygnału:** Miernik ten składa się z szeregu rezystorów obciążających, np. 2, 3, 4, 5 i 10 K $\Omega$ . Jeżeli jest to konieczne, należy skonstruować automatyczny skaner, pozwalający na jednoczesne testowanie większej liczby czujników.

## 2. Procedura testowania

### 1. Stabilizowanie czujnika przed testowaniem

Jeżeli w czasie magazynowania czujnik nie był zasilany, w celu uzyskania normalnych charakterystyk roboczych należy włączyć zasilanie czujnika kilka dni wcześniej. Zwykle okres ten wynosi jeden do pięciu dni. Pierwszy odczyt sygnału z czujnika umieszczonego w czystym powietrzu powinien być dokonany po upływie 24 godzin, a następne co dzień, w celu sprawdzenia, czy rezystancja czujnika doszła do stabilnej wartości.

### 2.1. Procedura stabilizowania

Jednym z czynników mających największy wpływ na charakterystykę czujnika jest temperatura. W czasie stabilizowania należy utrzymywać stałą wartość  $V_C$ ,  $V_H$  i  $R_L$ . Temperatura czujnika typu #109 zależy nie tylko od wielkości prądu podgrzewacza, ale również od dodatkowej energii cieplnej, generowanej przez prąd obwodu. W pewnych warunkach energia cieplna generowana przez prąd obwodu przepływający przez czujnik typu #109 może być większa od energii cieplnej generowanej przez podgrzewacz.

### 2-2. Znaczenie stabilizowania w czystym powietrzu

Czujnik TGS nie jest selektywny, tzn. reaguje z wieloma gazami. Z tego względu jest bardzo istotne, aby w czasie stabilizowania czujnik nie miał kontaktu z żadnymi gazami. Jest to warunek konieczny do uzyskania poprawnych wyników pomiaru w powietrzu. Jeżeli czujnik będzie miał kontakt z oparami rozpuszczalników, np. z trójchloroetylenem, w okresie stabilizowania, okres ten należy przedłużyć do momentu zlikwidowania tych oparów. Podobnie w przypadku zmiany parametrów obwodu lub atmosfery, w której przeprowadzane są testy, należy odczekać kilka godzin do momentu zaadaptowania się czujnika do zmienionych warunków.

## 3. Pomiar sygnału wyjściowego czujnika

Sygnał wyjściowy czujnika jest mierzony pośrednio poprzez odczyt napięcia na rezystorze obciążającym  $R_L$ .

### Procedura testowania

- 1) Ustabilizować czujnik poprzez włączenie obwodu z czujnikiem, który został zainstalowany 48 godzin wcześniej.
- 2) Odczekać 1 godzinę w celu zaadaptowania się czujnika do warunków testowania. Charakterystyka podstawowa dla powietrza jest mierzona w temp.  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  i przy wilgotności względnej  $65\% \pm 5\%$ . Zmiana temperatury lub wilgotności mają wpływ na sygnał wyjściowy czujnika.
- 3) Wprowadzić świeże powietrze do pojemnika testowego poprzez otwarcie zaworów  $S_4$  i  $S_5$  i włączenie wentylatorów  $F_1$  i  $F_2$  (Rys. 2). Po upływie 3 minut zamknąć zawory  $S_4$  &  $S_5$  oraz wyłączyć wentylatory  $F_1$  &  $F_2$ .
- 4) Odczekać 60 sekund przed pomiarem napięcia wyjściowego w czystym powietrzu.

- 5) Przy zamkniętych zaworach S<sub>2</sub> & S<sub>3</sub> otworzyć zawór S<sub>1</sub> i odczekać do momentu napełnienia strzykawki do odpowiedniego poziomu. Otworzyć zawór S<sub>2</sub> i zamknąć zawór S<sub>1</sub>. Ciśnienie powietrza w strzykawce wyrówna się do ciśnienia atmosferycznego. Otworzyć zawór S<sub>3</sub>, zamknąć S<sub>2</sub> i wprowadzić zawartość strzykawki do pojemnika testowego.
- 6) Włączyć wentylator mieszający na około 30 sekund.
- 7) Odczekać 90 sekund i dokonać pomiaru stężenia gazu.

#### 4. Sprawdzanie wpływu temperatury i wilgotności

- 1) Temperatura i wilgotność mają wpływ na charakterystyki czujnika TGS, wartości te powinny więc być utrzymywane na stałym poziomie przez cały okres testowania.
- 2) Jeżeli zmieni się temperatura i/ lub wilgotność, należy odczekać pewien czas do momentu zaadaptowania się czujnika do nowych warunków. Stopień zaadaptowania czujnika można sprawdzić, badając napięcie wyjściowe na rezystorze R<sub>L</sub>. W momencie dojścia tego napięcia do stabilnej wartości można przystąpić do dalszego testowania.
- 3) Przy obliczaniu stężenia gazu metodą objętościową należy pamiętać, aby temperatura gazu była taka sama jak temperatura powietrza w pojemniku testowym. Uwaga: 1 cm<sup>3</sup> gazu/ liter = 1000 ppm.
- 4) Przy dokonywaniu pomiarów w wysokiej temperaturze nie wolno wprowadzać do pojemnika testowego żadnych materiałów, które mogą wydzielać gazy lub opary.

### DANE WZORCOWE

#### I. Wpływ tlenu węgla na organizm człowieka

Objawy zatrucia osoby wystawionej w pomieszczeniu na działanie tlenu węgla

Stężenie CO w powietrzu	Czas wystawienia na działanie i objawy zatrucia
0,02% (200 ppm)	Słaby ból głowy w ciągu 2–3 godzin
0,04% (400 ppm)	Ból w przedniej części głowy w ciągu 1–2 godzin, wzrost bólu w ciągu 2,5 do 3,5 godziny.
0,08% (800 ppm)	Zawroty głowy, mdłości i konwulsje w ciągu 45 minut. Utrata czucia w ciągu 2 godzin.
0,16% (1600 ppm)	Ból głowy, zawroty, mdłości w ciągu 20 minut. Śmierć w ciągu 2 godzin.
0,32% (3200 ppm)	Ból głowy, zawroty i mdłości w ciągu 5–10 minut. Śmierć w ciągu 30 minut.
0,64% (6400 ppm)	Ból głowy, zawroty w ciągu 1–2 minut. Śmierć w ciągu 10–15 minut.
1,28% (12 800 ppm)	Śmierć w ciągu 1–3 minut.

#### II. Stężenia różnych gazów i oparów zagrażające zdrowiu i/lub życiu

Na podstawie badań K. B. Lehmana i U. Hendersona-Haggarda

*	Gaz trujący	Zagrożenie		Zejsście śmiertelne w przypadku wdychania przez 5–10 minut		Ostre zatrucie w przypadku wdychania przez 30–60 minut		Przejęciowe przykrości w przypadku wdychania przez 30–60 minut	
		mg/γ	ppm lub cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	mg/γ	ppm lub cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	Mg/γ	ppm lub cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
x	Chlor	0,7	500	0,07	50	0,007	5,0		
Δ	Chlorowódór	4,5	3000	1,5	1000	0,15	100		
Δ	Siarkowódór	1,2	800	0,6	400	0,3	200		
Δ	Kwas siarkawy	8,0	3000	1,2	400	0,3	100		
o	Amoniak	3,0	5000	1,5	2500	0,15	250		
Δ	Fosforowódór	1,4	1000	0,6	400	0,15	100		
Δ	Arsenowódór	1,0	300	0,2	60	0,06	20		
o	Tlen węgla	6,0	5000	2,4	2000	1,2	1000		
x	Dwutlenek węgla	165	90 000	90	30 000	55	30 000		
x	Tlenochlorek węgla	0,2	50	0,1	25	0,004	1,0		
o	Benzen	65	20 000	25	7500	10	3000		
Δ	Chloroform	125	25 000	75	15 000	25	5000		
Δ	Czterochlorek węgla	350	50 000	175	25 000	70	10 000		

Δ	Dwusiarczek węgla	6,0	2000	3,0	1000	1,5	500
Δ	Cyjanowodór	0,2	200	0,1	100	0,05	50
o	Benzyn	120	30 000	80	20 000	60	15 000
o	Acetylen	550	500 000	275	250 000	110	100 000
o	Etylen	110,0	950 000	920	800 000	575	500 000

\* Klasyfikacja przeprowadzona przez Figaro Engineering Inc.

o Gaz wykrywany przez TGS

Δ Gaz może reagować w pewnych okolicznościach z czujnikiem TGS/ nie potwierdzono na drodze pomiarów

x Gaz niewykrywany przez TGS

		Wzór cząsteczko wy	Granica wybuchowo ści w powietrzu (% obj.)	TLV (ppm)	Gęstość (powietrze = 1)
Alkohole	Metanol	CH <sub>4</sub> O	5,5–37,0	200	1,1
	Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	3,3–19,0	1000	1,6
	n – Propanol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	2,0–14,0	200	2,1
	izo – Propanol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	2,0–12,0	400	2,1
	n – Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1,4–12,0	100	2,6
	izo – Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1,7–11,0	100	2,6
Etery	Eter metylowy	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	3,4–18,0		1,6
	Eter	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1,7–48,0		2,6
Ketony	Aceton	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	2,1–13,0	1000	2,0
	Keton	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	1,8–11,5	200	2,4
	eterometylowoetylowy				
Estry	Octan metylu	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	3,1–16,0	200	2,6
	Octan etylu	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	2,1–11,5	400	3,0
	Octan n – propylu	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	1,7–8,0	200	3,5
	Octan izo – propylu	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	1,7–8,0	250	3,5
	Octan n – butylu	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	1,2–15,0	150	4,0
	Octan izo – butylu	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	2,4–10,5	150	4,0
Związki azotu	Nitrometan	CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	7,3–		2,1
	Monometyloamina	CH <sub>5</sub> N	4,2–20,7	10	1,1
	Dwumetyloamina	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N	2,8–14,4	10	1,6
	Trójmetyloamina	C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> N	2,0–12,0		2,0
	Monoetyloamina	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N	3,5–14,0	10	1,6
	Dwuetyloamina	C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> N	1,7–10,1	25	2,5
Gazy nieorganiczne	Amoniak	NH <sub>3</sub>	16,0–25,0	50	0,6
	Tlenek węgla	CO	12,5–74,0	50	1,0
	Wodór	H <sub>2</sub>	4,0–75,0		0,07
	Cyjanowodór	HCN	6,0–41,0	10	1,0

Podane wartości TLV zostały opublikowane przez ACGIH (AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS), 1996