

ELV micro-line Gas-/Rauch- und Temperaturmelder



Geringe Konzentrationen von Rauch und Gasen in der Luft empfindlich und zuverlässig anzuzeigen, ist im allgemeinen ein sehr aufwendiges Verfahren, möchte man auch noch eine hohe Langzeitkonstanz sicherstellen.

Im ELV-Labor wurde nun eine Schaltung entwickelt, die nach dem sogenannten „Wärmetön-Verfahren“ arbeitet. Als Aufnehmer dient hierbei ein besonders hochwertiger Sensor mit einer Wendel aus reinem Platin. Neben hoher Zuverlässigkeit, Empfindlichkeit sowie Langzeitstabilität ist es gelungen, den normalerweise sehr aufwendigen Abgleich über Referenzgase entbehrlich zu machen und trotzdem eine hervorragende Genauigkeit zu erzielen, wodurch die Schaltung besonders auch zum Nachbau geeignet ist.

Allgemeines

Besonders wichtig ist es, Verunreinigungen in der Luft frühzeitig festzustellen, sobald es sich um explosive Gase oder für den Menschen lebensgefährliche Schadstoffe handelt.

In der hier vorgestellten Schaltung findet als Meßwertaufnehmer ein qualitativ besonders hochwertiger Sensor Einsatz, dessen Meßwendel aus reinem Platin besteht.

Das hier angewendete Meßverfahren, das sogenannte „Wärmetön-Verfahren“, läßt in Verbindung mit dem Platinsensor auch besonders geringe Konzentrationen der brennbaren Gase, wie Metan, n-Butan o. ä. aufspüren. Darüber hinaus eignet sich das Verfahren auch zur Erkennung von Rauch, der bei einer nicht vollständigen Verbrennung (Schwelbrände o. ä.) in größerem Maße anfällt.

Aufgrund der wirklich hervorragenden Eigenschaften des Platinsensors in bezug auf Ansprechempfindlichkeit, d. h. Steilheit der Kennlinie, Linearität und Langzeitkonstanz, ist es möglich, in Verbindung mit der im ELV-Labor entwickelten Schaltung auf den im allgemeinen sehr komplizierten und aufwendigen Abgleich über Referenzgase vollständig zu verzichten, ohne daß sich hieraus Genauigkeitseinbußen ergeben.

Es ist lediglich ein einziger einfacher Spannungsabgleich erforderlich, bei dem mit Hilfe eines Voltmeters zwischen den Anschlußpunkten „c“ und „d“ eine Gleichspannung gemessen wird, die mit Hilfe des Trimmers R 4 auf einen Wert von 12 mV einzustellen ist, wobei an Punkt „c“ die negative Seite und an Punkt „d“ die positive Seite der Spannung liegen muß.

Der ELV-Gas- und Rauchmelder besitzt drei Ansprechschwellen, die mit unterschiedlichen Signalen auf eine mögliche Gefahr hinweisen. Die erste Schwelle, die mit Hilfe der 12 mV kalibriert ist, macht durch Blinksignale der entsprechenden LED aufmerksam. Die zweite Schwelle läßt zusätzlich zur LED in mehreren Sekunden Abstand jeweils für ca. 1 Sekunde den Sound-Transducer intervallartig ertönen, während die dritte Schwelle, die eine hohe Konzentration an Fremdgasen und damit höchste Explosionsgefahr signalisiert, permanent den Sound-Transducer intervallmäßig einschaltet.

Es ist nicht erforderlich, die verschiedenen Ansprechschwellen separat einzustellen, da dies durch die einmalige Kalibration der Punkte „c“ und „d“ mit Festwiderständen realisiert werden konnte.

Die Ansprechempfindlichkeit der einzelnen Schwellen auf Gase wie z. B. n-Butan ist aus Tabelle I zu entnehmen.

Die Ansprechschwellen für Rauch können nur qualitativ genannt werden, da eine quantitative Aussage aufgrund der unterschiedlichsten Rauchbestandteile nur größenordnungsmäßig möglich ist. In der ersten und zweiten Stufe wird eine für Schwelbrände typische Rauchentwicklung im allgemeinen bei guter Empfindlichkeit frühzeitig erkannt. Durch ein entsprechendes Warnsignal wird dann auf die Gefahr aufmerksam gemacht.

Zu beachten ist, daß auch vor Ansprechen der empfindlichsten (1. Stufe) aufgrund des im Rauch vorkommenden Kohlenmonoxyds (CO) die Konzentration für Menschen gefährlich werden kann.

Darüber hinaus spricht die hier vorgestellte Schaltung auch auf zu große Temperaturen an. Sobald die Umgebungstemperatur einen Wert von ca. 50 °C überschreitet, beginnt die LED zu blinken, während gleichzeitig der Sound-Transducer impulsartig angesteuert wird.

Damit die Schaltung nicht unbemerkt bei Spannungsausfällen ihren Dienst einstellt, sorgt ein 9 V Block-Akku dafür, daß intermittierende Warntöne vom Sound-Transducer im Abstand von mehreren Sekunden regelmäßig abgegeben werden, wobei gleichzeitig eine rote Leuchtdiode aufblinkt.

Im Normalbetrieb wird der Akku automatisch nachgeladen.

Die Versorgung der gesamten Schaltung wird von einem Steckernetzteil vorgenommen, das einen Strom von mind. 0,4 A bei einer Spannung von 12 V liefern muß.

Tabelle I

Ansprechempfindlichkeit des Gas-/Rauch- und Temperaturmelders
Ansprechschwellen für n-Butan (ähnlich Metan sowie Propan).

Erste Stufe:

ca. 1000 ppm \cong 0,1 % Fremdgasanteil

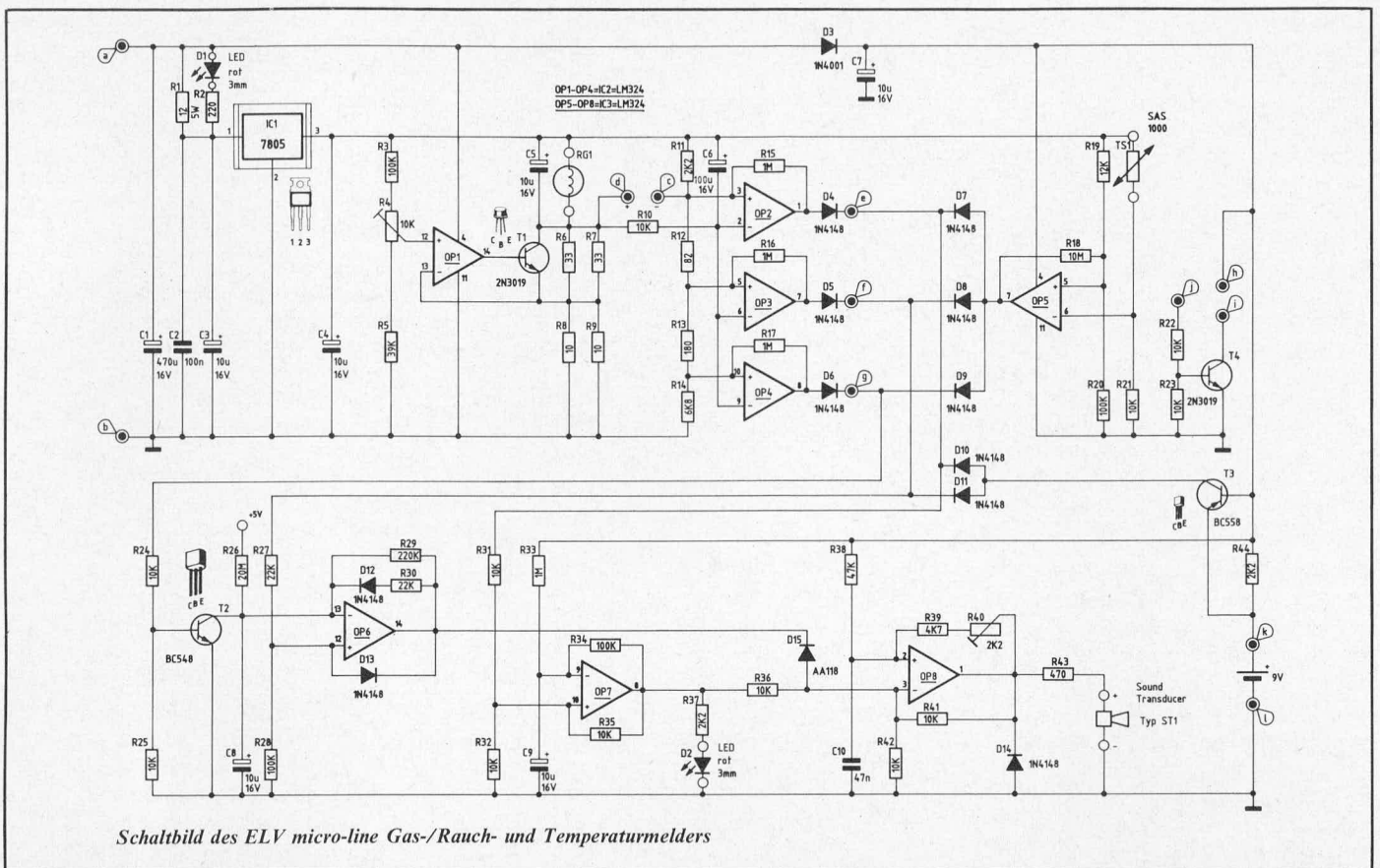
Zweite Stufe:

ca. 3000 ppm \cong 0,3 % Fremdgasanteil

Dritte Stufe:

ca. 10 000 ppm \cong 1,0 % Fremdgasanteil

Die dritte Stufe signalisiert höchste Explosionsgefahr.



Schaltbild des ELV micro-line Gas-/Rauch- und Temperaturmelders

Zur Schaltung

Wesentlichster Bestandteil des Gas- und Rauchmelders ist der Sensor RG 1, dessen Meßwendel aus reinem Platin besteht, wobei die Oberfläche nach einem besonderen Verfahren erheblich vergrößert wurde. Hilfsweise kann man sich die Struktur wie die eines Schwammes vorstellen, der aus reinem Platin besteht. Hierdurch wird die Oberfläche im Verhältnis zur Masse wesentlich vergrößert und die Empfindlichkeit entsprechend gesteigert.

OP 1 stellt in Verbindung mit T 1, C 5 sowie den Widerständen R 3 bis R 9 eine Präzisions-Konstantstromquelle dar, die den Sensor RG 1 versorgt. Der durch den Sensor hindurchfließende Strom beträgt ca. 330 mA bei einem Spannungsabfall im Ruhezustand von ca. 1,2 V.

Die genauen Werte werden mit dem Trimmerpoti R 4 anhand der Meßpunkte „c“ und „d“ eingestellt, zwischen denen ein Spannungsabfall von 12 mV anliegen sollte, wodurch die gesamte Kalibration des Gas- und Rauchmelders bereits abgeschlossen ist. Die übrigen Ansprechschwellen stimmen aufgrund von Festwiderständen dann automatisch.

Die einzelnen Schaltschwellen werden mit den Widerständen R 11 bis R 14 festgelegt, wobei die erste Schaltschwelle dann überschritten wird, wenn die am Sensor abfallende Spannung sich um 12 mV erhöht.

Abgefragt werden die drei Schaltschwellen über die Operationsverstärker OP 2 bis OP 4, die jeweils als Komperatoren mit geringer Hysterese über die Widerstände R 15 bis R 17 geschaltet sind.

OP 5 stellt in Verbindung mit dem Temperatursensor TS 1 sowie den Widerständen R 18 bis R 21 die Temperaturüberwachungsschaltung dar.

Die Erzeugung des 2 kHz Pfeiftones zur Ansteuerung des Sound-Transducers, erfolgt mit dem OP 8 in Verbindung mit seiner Zusatzbeschaltung, während die impulsartige Ansteuerung über OP 7 mit Zusatzbeschaltung erfolgt, dessen Ausgang über R 36 den OP 8 sperrt und wieder freigibt.

OP 6 ist ebenfalls als Oszillator geschaltet mit einer Impulsdauer von ca. 1 Sekunde und einer Pausenzeit von 5 bis 10 Sekunden. Impuls- und Pausenzeiten können über die Widerstände R 30 bzw. R 29 variiert werden.

Je nachdem welcher der drei Komperatoren (OP 2 bis OP 4) durchgesteuert hat, ergibt sich entweder lediglich ein Aufblinken der roten LED, ausgelöst über OP 7, der über D 4 angesteuert wurde, oder aber über OP 6 wird OP 8 freigegeben, so daß zusätzlich intervallartig der Sound-Transducer seine Arbeit aufnimmt. Angesteuert wird OP 6 über den zweiten Komperator (OP 3), der sein Signal über D 5 und R 27 auf OP 6 gibt. Hierdurch entsteht für jeweils ca. 1 Sekunde der impulsartige Pfeifton, während eine Pause von 5 bis 10 Sekunden folgt.

Schaltet auch der dritte Komperator (OP 4), so gibt OP 6 den OP 8 permanent frei und der Sound-Transducer gibt im selben Rhythmus, in dem die LED aufblinkt, sein Signal ab.

Beim Ansprechen des Temperatursensors werden über die Dioden D 7 bis D 9 die Operationsverstärker OP 6 und OP 7 freigegeben. Sowohl Sound-Transducer als auch die rote LED geben ihr Warnsignal ab.

Beim Stromausfall kann der Platinsensor nicht weiterhin mit seiner Heizspannung versorgt werden, da hierzu die Batteriekapazität nicht ausreichend ist. Über D 3 wird daher dieser Schaltungsteil abgeschaltet und T 3 steuert OP 6 und OP 7 so an, daß ein unterbrochenes Signal vom Sound-Transducer in Verbindung mit der blinkenden roten LED abgegeben wird. Dies signalisiert den Spannungsausfall, damit die Schaltung nicht aufgrund von defekten Zuleitungen o. ä. ihren Dienst unbemerkt versagt.

An die Punkte „h“ und „i“ kann zusätzlich ein Relais angeschlossen werden, damit auch höhere Lasten geschaltet werden können. Die Auslösung dieses Relais kann wahlweise bei der ersten, zweiten oder dritten Schaltschwelle vorgenommen werden, je nachdem, ob man den Punkt „j“ (an R 22) mit dem Punkt „e“, „f“ oder „g“ an den hinter den Komperatorausgängen liegenden Punkten anschließt.

Wie bereits weiter vorstehend erwähnt, wird die Versorgung der gesamten Schaltung über ein Steckernetzteil mit einer Spannung von ca. 12 V bei einem Strom von 0,4 A vorgenommen. Eine interne Stabilisierung über IC 1 in Verbindung mit den Kondensatoren C 1 bis C 4, sorgt für ständig korrekte Spannungsverhältnisse innerhalb der Überwachungselektronik. Eine rote LED zeigt die Betriebsbereitschaft an.

Zum Nachbau

Die gesamte Schaltung wird auf einer einzigen Platine untergebracht, die waagrecht in ein dafür passendes Gehäuse eingebaut werden kann.

Die Sensoren RG 1, TS 1 sowie die beiden Leuchtdioden sind so anzuordnen, daß sie aus der Frontplatte herausragen, wie dies auch aus der Abbildung hervorgeht. Der Sound-Transducer wird direkt an der Frontplatte hinter der entsprechenden Schallöffnung angeordnet.

Die Buchse für das Steckernetzteil sowie evtl. für den Anschluß eines externen Relais, wird in der Gehäuserückwand befestigt, wozu jeweils eine Bohrung mit ca. 6,5 mm Durchmesser in die Gehäuserückwand einzubringen ist.

Nachdem die Schaltung überprüft und getestet wurde, kann die Leiterplatte mit etwas Klebstoff in der entsprechenden Nut im Gehäuse festgeheftet werden, damit sie nicht zu weit in das Gehäuse hineingeschoben werden kann.

Zur Einstellung

Wie bereits weiter vorstehend beschrieben, ist lediglich eine einfache spannungsmäßige Einstellung erforderlich, wozu sich der Gas- und Rauchsensor in reiner Luft befinden sollte.

Da man jedoch nicht sicher sein kann, daß die Umgebungsluft von Schadstoffen vollkommen frei ist, empfehlen wir, zunächst den Sensor mit Tesafilm bzw. Isolierband zu

umwickeln, damit die innere Kammer möglichst luftdicht von der Umgebungsluft abgeschlossen ist. Der Trimmer R 4 ist jetzt ungefähr in Mittelstellung zu bringen und der Widerstand R 3 für ca. 10 Minuten mit einem 220 k Ω Widerstand zu überbrücken. Die Folge davon ist, daß der Platinsensor hellrot aufleuchtet und sämtliche noch in der Sensorkammer befindlichen Schadstoffe verbrennt, so daß nach Ablauf von 10 Minuten die „Brennkammer“ frei von reaktionsfähigen Verunreinigungsgasen ist.

Jetzt wird der zu R 3 parallelgeschaltete Zusatzwiderstand entfernt und an die Punkte „c“ und „d“ ein Spannungsmesser angeschlossen.

Mit R 4 ist jetzt zwischen den Punkten „c“ und „d“ eine Gleichspannung von 12 mV einzustellen, und zwar so, daß Punkt „c“ gegenüber dem Punkt „d“ negative Spannung führt.

Damit ist der Abgleich, der nach einer Betriebszeit von 1–2 Wochen noch einmal wiederholt werden sollte, bereits beendet.

Das Isolierband am Gas- und Rauchsensor kann wieder entfernt und durch feine Metallgaze ersetzt werden. Dies ist sehr wichtig, da auch im Dauerbetrieb der Sensor

leicht dunkelrot glüht und eine entsprechende Gaskonzentration gezündet werden könnte. Die Metallgaze ist zweckmäßigerweise mit etwas Zweikomponenten-Klebstoff zu befestigen. Hierdurch ist eine Zündung von brennbaren Gasen durch den Sensor ausgeschlossen und das Gerät kann seiner eigentlichen Bestimmung übergeben werden.

Nach Ablauf von einigen Wochen kann sicherheitshalber der Einstellvorgang noch einmal überprüft werden, da auch die Halbleiterbauelemente zur Festlegung des Konstantstromes einer gewissen Alterung unterworfen sind, die jedoch nach einigen Wochen weitgehend zum Stillstand gekommen ist. Der Platinsensor als solcher ist bei den hier im Dauerbetrieb vorkommenden Strömen praktisch alterungsfrei, so daß die Schaltung langfristig im Dauerbetrieb zuverlässig arbeitet.

Wackelkontakte oder Sensorausfälle werden ebenfalls durch entsprechende Pfeifsignale von der Schaltung signalisiert.

Ist man auf besonders große Sicherheit bedacht, empfiehlt es sich, den Sensor alle zwei Jahre auszutauschen.

Die Schaltung muß allerdings bei Sensorwechsel neu kalibriert werden.

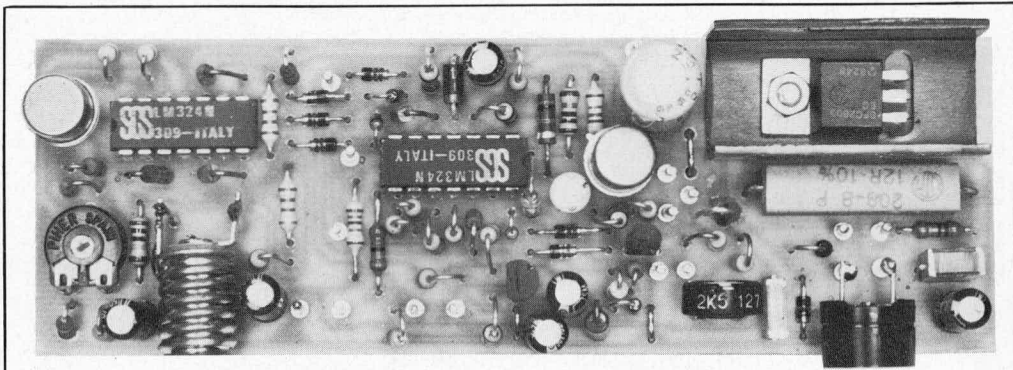
Stückliste: Gas-/Rauch- und Temperaturmelder

Halbleiter	
IC1	..... 7805
IC2/IC3	..... LM 324
T1	..... 2N3019
T2	..... BC 548
T3	..... BC 558
T4	..... 2N3019
D1, D2	..... LED, rot, 3 mm
D3	..... 1N4001
D4–D14	..... 1N4148
D15	..... AA 118

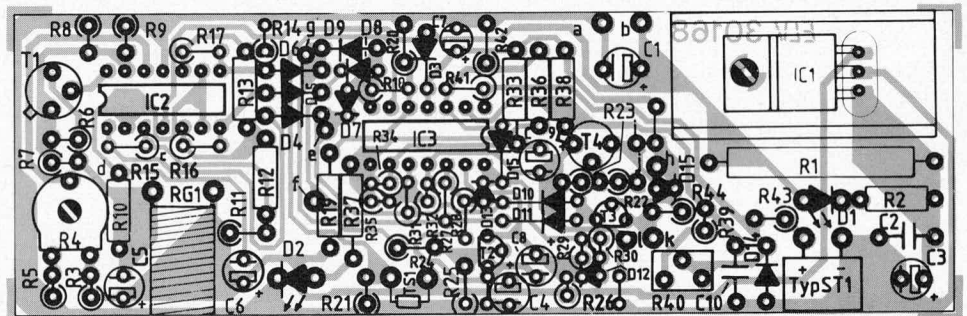
Kondensatoren	
C1	..... 470 μ F/16 V
C2	..... 100 nF
C3, C4, C5	..... 10 μ F/16 V
C6	..... 100 μ F/16 V
C7–C9	..... 10 μ F/16 V
C10	..... 47 nF

Widerstände	
R1	..... 12 Ω /5 Watt
R2	..... 220 Ω
R3	..... 100 k Ω
R4	..... 10 k Ω , Trimmer
R5	..... 39 k Ω
R6, R7	..... 33 Ω
R8, R9	..... 10 Ω
R11	..... 2,2 k Ω
R12	..... 82 Ω
R13	..... 180 Ω
R14	..... 6,8 k Ω
R15–R17	..... 1 M Ω
R18	..... 10 M Ω
R19	..... 12 k Ω
R20	..... 100 k Ω
R21–R25	..... 10 k Ω
R26	..... 20 M Ω
R27	..... 22 k Ω
R28	..... 100 k Ω
R29	..... 220 k Ω
R30	..... 22 k Ω
R31, R32	..... 10 k Ω
R33	..... 1 M Ω
R34	..... 100 k Ω
R35, R36	..... 10 k Ω
R37	..... 2,2 k Ω
R38	..... 47 k Ω
R39	..... 4,7 k Ω
R40	..... 2,2 k Ω , Trimmer, stehend
R41, R42	..... 10 k Ω
R43	..... 470 Ω
R44	..... 2,2 k Ω

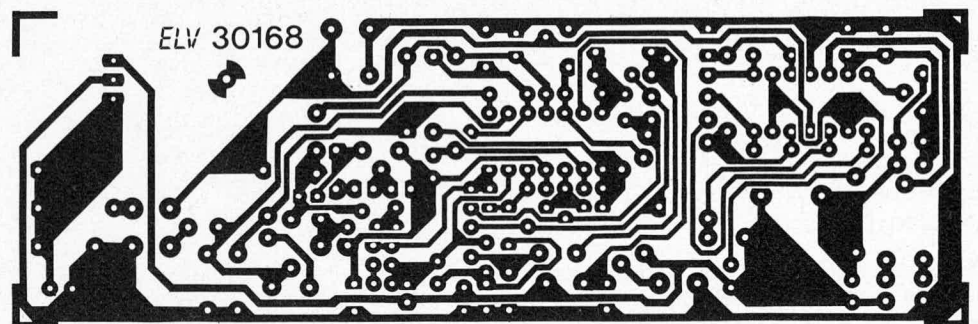
Sonstiges	
RG 1	..... Platinsensor
TS 1	..... SAS 1000
1	Sound-Transducer ST 1
1	Fassung für Platinsensor
1	U-Kühlkörper SK 13
16	Lötstifte
1	Schraube M 3 x 8 mm
1	Mutter M 3
1	Batterieclip
1	Klinkenbuchse 3,5 mm
1	Metallgaze für Platinsensor



Ansicht der fertig bestückten Platine des ELV Gas-/Rauch- und Temperaturmelders



Bestückungsseite der Platine des ELV micro-line Gas-/Rauch- und Temperaturmelders



Leiterbahnseite der Platine des ELV micro-line Gas-/Rauch- und Temperaturmelders