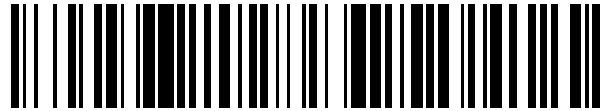


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 694**

51 Int. Cl.:

G01F 1/696 (2006.01)

G01F 1/698 (2006.01)

G01F 15/00 (2006.01)

G01F 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2007 E 07033530 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 1918682**

54 Título: **Sensor de flujo y procedimiento para la comprobación y para la operación de tal sensor de flujo**

30 Prioridad:

30.10.2006 DE 102006051690

15.11.2006 DE 102006054105

21.12.2006 AT 21072006

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

21.04.2017

73 Titular/es:

**VAILLANT GMBH (100.0%)
BERGHAUSER STRASSE 40
42859 REMSCHEID, DE**

72 Inventor/es:

**LEHMINGER, STEFAN y
TOMCZAK, HEINZ-JÖRG**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 609 694 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sensor de flujo y procedimiento para la comprobación y para la operación de tal sensor de flujo

5 La invención se refiere a un sensor de flujo, en particular a un sensor de flujo de masa, a un procedimiento para la comprobación del funcionamiento y a un procedimiento para operar el sensor de flujo en una regulación de la relación aire-gas de un calentador.

Para realizar una regulación de la relación gas-aire por ejemplo de calentadores alimentados con gas, se puede medir con ayuda de un sensor de flujo de masa la cantidad de aire de combustión y/o la cantidad de gas. Con ayuda de la señal medida puede ser regulada correspondientemente la calidad de la combustión.

10 Por el documento US 2006/0005619 A1 es conocido un sensor de flujo con tres resistencias eléctricas conectadas en paralelo en la trayectoria de flujo, estando cada una de las tres resistencias eléctricas conectada aguas arriba, respectivamente, a una resistencia eléctrica serie.

El punto nulo y la pendiente de la señal y por tanto falsea la señal de sensor.

15 Por la patente europea 1 207 347 B1 es conocido un procedimiento para la regulación de un quemador de gas, en el que en una comprobación de seguridad es comprobado un sensor a flujo nulo. El sensor está realizado como medidor de flujo con entre otras cosas dos dispositivos de medición sensibles a la temperatura y un dispositivo de calentamiento. La comprobación de seguridad del sensor es realizada con el dispositivo de calentamiento desconectado. Por tanto, sin una entrada de calor a través del dispositivo de calentamiento en el medio que circula es simulado un flujo nulo y es comprobado el sensor en cuanto a plausibilidad.

20 No obstante, en el procedimiento conocido por el documento EP 1 207 347 B1 no es posible detectar con seguridad una deriva del dispositivo de calentamiento. Además, no es posible reconocer un menoscabo de una transferencia de calor entre el dispositivo de calentamiento y los dispositivos de medición sensibles a la temperatura que igualmente conduciría a una medición errónea.

25 Para poder introducir un sensor de flujo de masa en una regulación de la relación gas-aire, la señal de sensor debe ser comprobada en cuanto a plausibilidad a intervalos regulares, para que pueda ser reconocida una eventual deriva de sensor. Puesto que en el curso del funcionamiento por regla general no pueden ser determinados flujos de masa definidos de un medio que circula por el sensor (gas combustible, aire de combustión o mezcla de gas combustible-aire) o solo pueden ser determinados bajo ciertas circunstancias, en los sensores conocidos hasta ahora una comprobación del sensor en cuanto a plausibilidad de la señal es posible solo de forma condicionada.

30 La invención se propone el objeto de conseguir un sensor de flujo, en particular un sensor de flujo de masa, un procedimiento para comprobar el funcionamiento y un procedimiento para operar el sensor de flujo en una regulación de la relación gas-aire de un calentador, en el que esté asegurada de forma fiable la plausibilidad de las señales medidas.

35 Según la invención esto se consigue con un sensor de flujo con las características de la reivindicación 1, con un procedimiento para la comprobación del funcionamiento del sensor de flujo con las características de la reivindicación 5 y con un procedimiento para operar el sensor de flujo de acuerdo con la reivindicación 8.

Otras realizaciones ventajosas de la invención resultan de las características de las reivindicaciones dependientes y de la descripción. La invención se explicará ahora en detalle con referencia a las figuras. Muestran:

Fig. 1: un circuito de medición con un sensor de flujo integrado según una primera variante de configuración,

Fig. 2: un circuito de medición con un sensor de flujo integrado según una segunda variante de configuración y

40 Fig. 3: un circuito de medición con un sensor de flujo integrado según una tercera variante de configuración.

45 La figura 1 muestra un sensor de flujo según la invención que presenta tres resistencias eléctricas (R1, R2, R3) sensibles a la temperatura conectadas en paralelo. Cada una de estas resistencias eléctricas está asociada al menos a una resistencia eléctrica serie como sigue: a la primera resistencia eléctrica (R1) está asociada la resistencia serie (R7); a la última resistencia eléctrica (R3) le corresponde la resistencia serie (R8) y a la resistencia media (R2) están conectadas de forma selectiva la resistencia eléctrica serie (R9) de bajo ohmiaje (también llamada resistencia de derivación) o la resistencia eléctrica serie (R6) de alto ohmiaje. Las resistencias eléctricas (R1 y R3) solo se utilizan para la determinación de la temperatura. La resistencia eléctrica (R2) puede también ser calentada en el caso de que esté conectada la resistencia serie (R9) de bajo ohmiaje.

50 Las resistencias eléctricas (R1, R2, R3) están realizadas preferentemente como resistencias PTC o NTC. Para las resistencias eléctricas (R1) y (R3) puede ser utilizados opcionalmente termopares y para la resistencia eléctrica media (R2) alambres de resistencia. La resistencia (R2) está realizada por regla general como resistencia de platino en forma de una estructura de meandros de platino.

Para poder determinar el flujo de masa correcto, debería asegurarse antes la capacidad de funcionamiento de todos los elementos relevantes. El principio de medición de un sensor de flujo, en particular de un sensor de flujo de masa como está representado en la figura 1, se basa en la ecuación de energía

$$Q = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (\text{Ec } 1)$$

5 En esta ecuación significan:

Q : = entrada de calor a través de una resistencia del sensor (R2)

\dot{m} : = flujo de masa del medio a medir (por ejemplo, aire) (4)

c_p : = capacidad calorífica específica del medio (por ejemplo, aire) y

ΔT : = diferencia de temperatura entre los lugares de medición de temperatura (R1 y R3).

10 Por medio de una cantidad de calor (Q) introducida a través de la resistencia eléctrica (R2) del sensor puede ser determinado el flujo de masa del medio (4), midiendo las temperaturas relevantes (T1) y (T3) a la entrada y a la salida del sensor y teniendo en cuenta la capacidad calorífica isobárica específica del medio (4) (c_p). El aumento de la temperatura ΔT entre las resistencias eléctricas sensibles a la temperatura (R1, R3), en caso de que sea conocida la capacidad calorífica del medio (4) a ser medido, es una medida del flujo de masa. La cantidad de calor constante

15 (Q) calienta el medio a una sobretemperatura definida, que en el caso de un flujo de masa afecta a la diferencia de temperatura (T3-T1) en el sensor.

Si en el medio (4) que circula se encuentran partículas de suciedad, entonces estas se pueden disponer sobre las resistencias eléctricas (R1, R2, R3) sensibles a la temperatura del sensor. Esto tendría como consecuencia que, por una parte, una o todas las resistencias (R1, R2, R3) podrían detectar un valor falseado y por otra parte que la

20 cantidad de calor introducida podría desviarse del valor teórico.

Igualmente, la transferencia de calor entre la resistencia (R2) y una de las resistencias (R1) o (R3) podría verse obstaculizada y esto conducir a una medición errónea del flujo de masa real.

Para poder reconocer variaciones de este tipo por suciedad o debido a una posible deriva del sensor, la invención describe un método con el que puede ser asegurado el correcto funcionamiento de cada una de las tres resistencias

25 eléctricas (R1, R2, R3) en cuanto a valores de medición plausibles. Además, también debe garantizarse la transferencia de calor correcta desde la resistencia (R2) a las resistencias (R1) y (R3).

A continuación se explicará en detalle un ejemplo de realización preferido de la invención con referencia a la Fig. 1.

Como se muestra en la figura 1, la resistencia eléctrica (R2) es operada en un modo de temperatura cuando es conmutada la trayectoria de la corriente a través de la resistencia serie (R6) de alto ohmiaje asociada a la resistencia

30 (R2) por un interruptor (5). Por la resistencia serie (R6), la corriente a través de la resistencia eléctrica (R2) es tan pequeña que aquí se puede suponer un calentamiento insignificante de la resistencia eléctrica (R2).

Es determinada la temperatura (T1) medida en la resistencia eléctrica (R1). Para ello es movido un interruptor (10) a la posición 3. La resistencia eléctrica (R1) puede ahora ser calculada midiendo la tensión entre las resistencias (R1) y (R7). La corriente resulta de la ecuación:

35 $I = \text{tensión medida/resistencia o } I=U/R$ Ec. 2

La resistencia eléctrica (R1) puede ser calculada como sigue:

$R = \text{tensión/corriente o } R = U/I$ Ec. 3

La temperatura se obtiene de la ecuación:

$$T = \left(\frac{R}{R_0} - 1 \right) * \frac{1}{\alpha} \quad \text{Ec.4}$$

40 donde

R_0 designa la resistencia del elemento a 0° C y

α designa el coeficiente de temperatura del elemento.

ES 2 609 694 T3

En la siguiente etapa, el interruptor (10) se pone en la posición 1. De este modo puede ser determinada la tensión entre la resistencia (R3) y la resistencia serie (R8). El cálculo de la temperatura (T3) se lleva a cabo entonces de acuerdo con la ecuación 4 mencionada antes.

5 Para asegurar que el interruptor (10) y un amplificador operacional (11) funcionan correctamente, se elige aquí un valor de resistencia diferente que en (R7), ya que de esta forma a la misma temperatura resultarían diferentes flujos. La posición del interruptor se tiene en cuenta entonces en el cálculo de la temperatura, de modo que con un interruptor defectuoso se calcularían diferentes temperaturas.

Posteriormente es determinada la temperatura (T2) en la resistencia eléctrica (R2) como se describió antes.

10 Todas las tres temperaturas detectadas (T1, T2, T3) son comparadas entre sí para la comprobación de la señal del sensor.

Si no hay deriva del sensor, se puede suponer que tanto para un medio estacionario como para un medio que fluye las temperaturas medidas en las resistencias (R1, R2, R3) son iguales dentro de un rango de tolerancias predeterminado. En caso de fallo debido a una deriva, un defecto eléctrico o un interruptor defectuoso, son detectadas temperaturas respectivamente diferentes en las resistencias eléctricas. Un error funcional del amplificador operacional (11), de una o ambas resistencias (R1, R3), del interruptor (5) o (10) y/o de la resistencia (R2) puede, por tanto, ser determinado.

15 Solo cuando los resultados son los mismos dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado, el sensor funciona y puede ser realizada una medición del flujo de masa. Para ello, la resistencia eléctrica (R2) es operada en el modo de calentamiento, es decir, la trayectoria de la corriente es dirigida a través de la resistencia serie (R9) de bajo ohmiaje, que es considerablemente menor que la resistencia (R6) de alto ohmiaje, por conmutación mediante el interruptor (5). Esto conduce a una corriente mayor a través de la resistencia (R2) y, por tanto, a un autocalentamiento más fuerte.

20 Ejemplo de realización 2

La figura 3 muestra una posible ampliación del sensor de flujo de masa representado en la figura 1 y descrito anteriormente. La ampliación se refiere a las resistencias eléctricas (R1) y (R3). Como puede verse en la figura 3, las resistencias (R1, R3) están realizadas también calentables, y por tanto análogamente a la resistencia (R2) pueden ser conmutadas entre un modo de calentamiento y un modo de medición de la temperatura. Esto hace que sea posible medir el flujo de masa de forma redundante dentro de un sensor. La medición del flujo de masa se explicará a continuación.

25 En primer lugar se realiza el cálculo de temperatura de las temperaturas (T1, T2, T3) medidas en las resistencias (R1, R2, R3) ya descrito en el primer ejemplo de realización.

El ventilador del calentador es conectado y el número de revoluciones mantenido preferentemente constante. Se calcula la media aritmética (T_I) de las tres temperaturas calculadas. Esta temperatura corresponde a la temperatura del gas que fluye (aire).

30 En una etapa siguiente es operada la resistencia (R1) en el modo de calentamiento mediante el movimiento del interruptor (14) a la posición 1. La temperatura (T_{II}) en la resistencia (R2) es calculada de acuerdo con la ecuación 4.

A continuación es calculada la diferencia de temperatura $\Delta T = T_{II} - T_I$. Teniendo en cuenta la potencia (Q) aplicada en la resistencia (R1), puede ahora obtenerse el flujo de masa (\dot{m}_1).

35 En la siguiente etapa, la resistencia (R1) es conmutada al modo de medición por conmutación del interruptor (14) a la posición 3.

La resistencia (R2) es puesta en el modo de calentamiento por conmutación del interruptor (5). Es determinada la temperatura (T_{III}) en la resistencia (R3). Se sigue con la determinación de la diferencia de temperatura $\Delta T = T_{III} - T_I$. Teniendo en cuenta la potencia (Q) aplicada en la resistencia (R2), puede ahora ser obtenido el flujo de masa (\dot{m}_2).

40 Los flujos de masa (\dot{m}_1) y (\dot{m}_2) determinados son comparados entre sí. Solo cuando ambos flujos de masa son iguales teniendo en cuenta una tolerancia, se asegura que por ejemplo no hay depósitos en la superficie entre las tres resistencias.

45 La resistencia (R3) puede igualmente ser calentada, por ejemplo para el caso de que el fluido que fluye lo haga en la dirección de flujo opuesta (es decir, desde R3 a R1). A continuación, es medido el flujo de masa (\dot{m}_3) entre las resistencias (R3) y (R2), así como el flujo de masa (\dot{m}_2) entre las resistencias (R2) y (R1). Sin embargo, es

necesario antes determinar la dirección del flujo funcionando solamente la resistencia (R3) en el modo de calentamiento. Cuando la temperatura en la resistencia (R1) es mayor que la temperatura en la resistencia (R3), entonces el gas combustible fluye de derecha a izquierda. Por tanto, es determinada la dirección del flujo.

Ejemplo de realización 3

- 5 En este ejemplo de realización, que puede ser deducido de la figura 2, se ha prescindido de la posibilidad de hacer que la resistencia (R3) pueda ser calentada. Para una aplicación en una dirección de flujo que permanece constante tal configuración podría bastar para garantizar un uso relevante para la seguridad del sensor en un calentador.

10 Ventajoso en el procedimiento para la comprobación del funcionamiento del sensor según la invención es que la temperatura del medio que circula por el sensor puede ser determinada en función de la tensión aplicada y las resistencias mediante un cálculo sencillo. De una calidad de la señal suficiente se ocupan en este caso los amplificadores operacionales (11, 12) previstos.

15 La invención posibilita una prueba de funcionamiento mediante el control de un sensor de flujo de masa, tanto para el caso de un medio que fluye a través del sensor, como para el caso de un medio en estado de reposo o estacionario en el sensor. Hasta ahora no era posible sin más comprobar en cuanto a plausibilidad un sensor de flujo de masa con un tipo de construcción similar, sin configurar el sensor de forma redundante.

El procedimiento de comprobación del funcionamiento descrito permite tanto la detección de componentes defectuosos, como el reconocimiento de una transferencia térmica falseada (por ejemplo por suciedad o depósitos entre los elementos) que podrían conducir, respectivamente, a un funcionamiento defectuoso del sensor de flujo de masa.

- 20 La invención proporciona así una posibilidad para la comprobación del sensor y de la operación del sensor sin grandes variaciones o suplementos en la construcción respecto a los sensores de flujo (sensores de flujo de masa) de construcción similar habituales en el comercio, que conllevan costes adicionales.

REIVINDICACIONES

1. Sensor de flujo con tres resistencias eléctricas (R1, R2, R3) conectadas en paralelo en la trayectoria de flujo, que disponen de un gradiente positivo o negativo (PTC, NTC), en el que cada una de las tres resistencias eléctricas (R1, R2, R3) está conectada en serie aguas arriba, respectivamente, a al menos a una resistencia eléctrica serie (R6, R7, R8, R9), caracterizado por que la resistencia eléctrica media (R2) está conectada de forma alternativa a través de un dispositivo de conmutación (5) con dos resistencias serie (R6, R9), siendo una resistencia serie (R6) de alto ohmiaje, de modo que en el caso de que esté conectada la resistencia serie (R6) de alto ohmiaje la corriente a través de la resistencia eléctrica (R2) se hace muy pequeña, por lo que se puede suponer un calentamiento insignificante de la resistencia eléctrica (R2), y la otra resistencia serie (R9) es de bajo ohmiaje, de manera que en el caso de que esté conectada la resistencia serie (R9) de bajo ohmiaje la resistencia eléctrica (R2) puede también ser calentada y están previstos dispositivos para la detección de la caída de tensión en las resistencias serie.
2. Sensor de flujo según la reivindicación 1, caracterizado por que las resistencias serie (R6, R7, R8, R9) conectadas aguas arriba de las resistencias eléctricas (R1, R2, R3) presentan resistencias eléctricas diferentes.
3. Sensor de flujo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la primera y/o la última resistencia eléctrica (R1, R3) en la trayectoria de flujo están conectadas de forma alternativa a través de un dispositivo de conmutación (14, 15) a una resistencia serie (R7, R8) de alto ohmiaje y a una resistencia serie (R13, R16) de bajo ohmiaje.
4. Procedimiento para la comprobación del funcionamiento de un sensor de flujo según una de las reivindicaciones 1 a 3, con las siguientes etapas de procedimiento:
 - todas las resistencias (R1, R2, R3) son conectadas en serie a sus resistencias serie (R6, R7, R8) de alto ohmiaje respectivas,
 - la temperatura en las resistencias eléctricas (R1, R2, R3) es determinada en función de la tensión aplicada entre las resistencias eléctricas (R1, R2, R3) y las resistencias serie (R7, R6, R8),
 - las temperaturas (T1, T2, T3) determinadas en las resistencias eléctricas (R1, R2, R3) son comparadas para la comprobación de la señal del sensor y
 - en caso de existencia de diferentes temperaturas en las resistencias eléctricas (R1, R2, R3) es emitida una señal de error.
5. Procedimiento para la comprobación del funcionamiento de un sensor de flujo según la reivindicación 4, caracterizado por que la comprobación del funcionamiento del sensor se puede realizar en el estado estacionario de un medio estacionario, o en el estado dinámico de un medio que fluye.
6. Procedimiento para la comprobación del funcionamiento de un sensor de flujo según la reivindicación 5, caracterizado por que como medio que circula se emplea gas combustible, aire de combustión o mezcla de gas combustible-aire.
7. Procedimiento para el funcionamiento de un sensor de flujo según la reivindicación 3, con las siguientes etapas de procedimiento:
 - en las resistencias eléctricas (R1, R2, R3) que están conectadas, respectivamente, en serie con la resistencia serie (R6, R7, R8) de alto ohmiaje es determinada la temperatura (T_i) y a partir de ella se calcula un valor promedio,
 - la primera resistencia eléctrica (R1, R3) en la trayectoria de flujo es conectada en serie mediante el dispositivo de conmutación (14, 15) con la resistencia serie (R13, R16) de bajo ohmiaje y la resistencia eléctrica media (R2) es conectada en serie con la resistencia serie (R6) de alto ohmiaje,
 - la temperatura (T_{ii}) de un medio que circula por la resistencia (R2) es determinada en función de la tensión aplicada entre la resistencia eléctrica (R2) y la resistencia serie (R6),
 - se forma la diferencia entre la temperatura detectada (T_{ii}) y la temperatura predeterminada (T_i) del medio que fluye,
 - es determinado el flujo de masa \dot{m}_1 en función de la potencia (Q) suministrada en la resistencia (R1), la diferencia de temperatura (T_{ii} - T_i) y la capacidad calorífica (c_p), que está predeterminada.
8. Procedimiento para el funcionamiento de un sensor de flujo según la reivindicación 3 con las siguientes etapas de procedimiento:
 - en las resistencias eléctricas (R1, R2, R3) que están conectadas en serie, respectivamente, con la resistencia serie (R6, R7, R8) de alto ohmiaje, es determinada la temperatura (T_i) y a partir de ella es calculado un valor promedio,
 - la primera resistencia eléctrica (R1, R3) en la trayectoria de flujo es conectada en serie mediante el dispositivo de conmutación (14, 15) con la resistencia serie (R7, R8) de alto ohmiaje,
 - la resistencia eléctrica media (R2) a través del dispositivo de conmutación (5) es conectada en serie con la resistencia serie (R9) de bajo ohmiaje,

ES 2 609 694 T3

- la temperatura (T_{III}) de un medio que circula por la resistencia (R3) es determinada en función de la tensión aplicada entre la resistencia eléctrica (R3) y la resistencia serie (R8),
 - es formada la diferencia entre la temperatura determinada (T_{III}) y una temperatura predeterminada del medio que fluye (T_I),
- 5
- el flujo de masa \dot{m}_2 es determinado en función de la potencia (Q) aplicada a la resistencia (R2), la diferencia de temperatura ($T_{III}-T_I$) y la capacidad calorífica (c_p), que está predeterminada.

9. Procedimiento para la comprobación del funcionamiento de un sensor de flujo según las reivindicaciones 7 y 8 con las siguientes etapas de procedimiento

- 10
- los flujos de masa (\dot{m}_1, \dot{m}_2) determinados son comparados entre sí para la comprobación de la señal del sensor y
 - en caso de existan flujos de masa diferentes entre las resistencias eléctricas (R1, R2) y (R2, R3) es emitida una señal de error.

Fig. 1

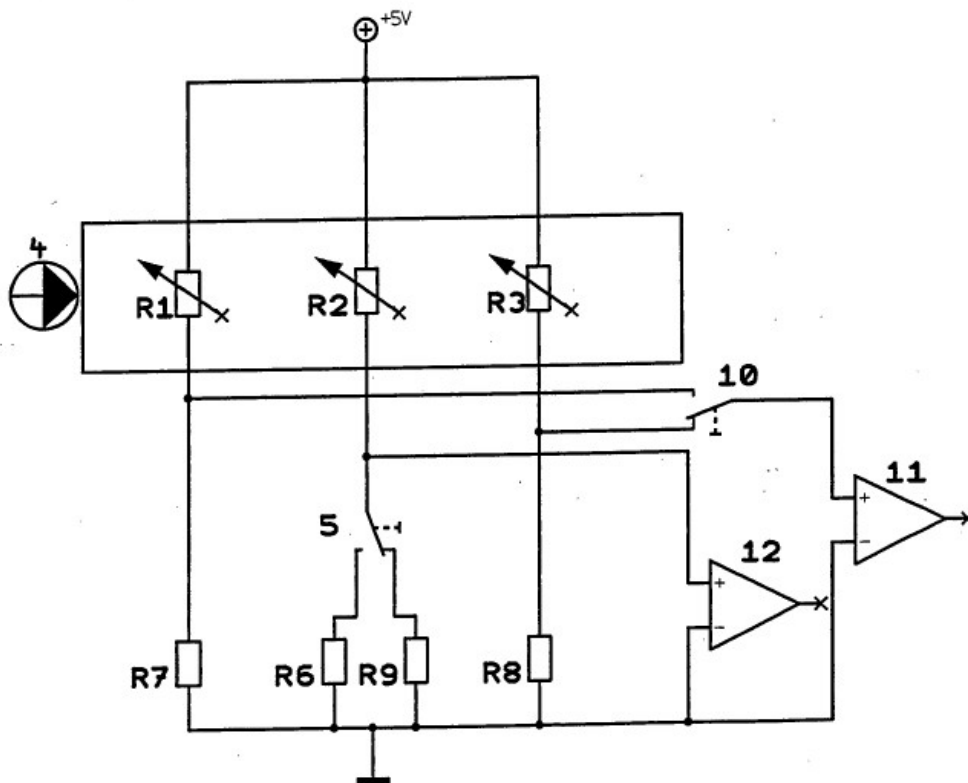


Fig. 2

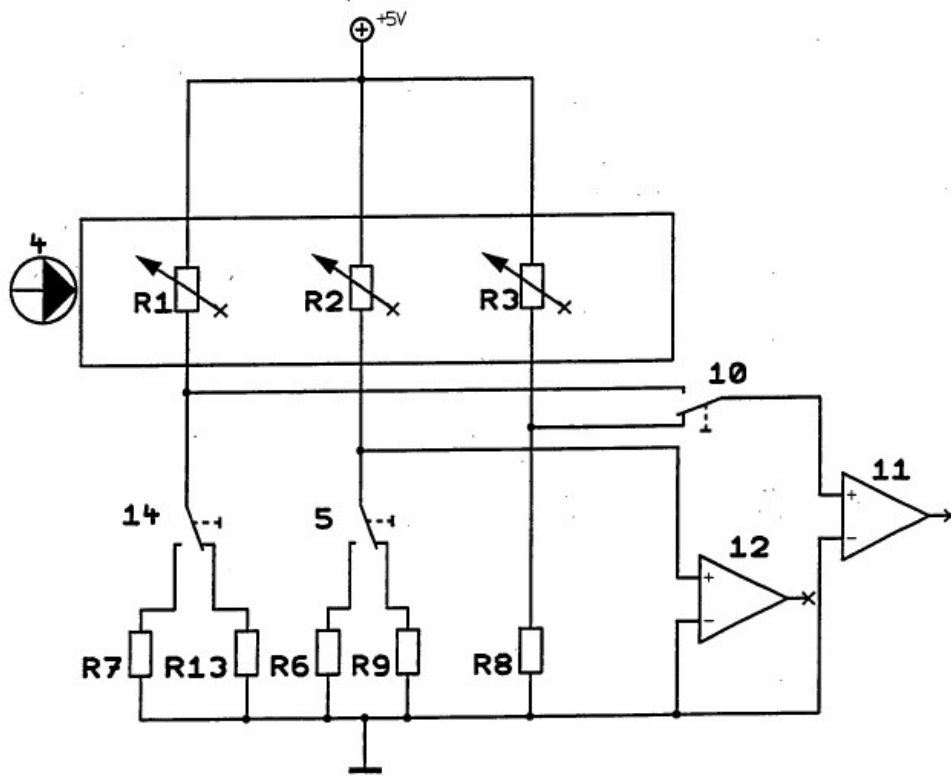


Fig. 3

