

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901943321A1

Publication Date

20121109

Applicant

ILLINOIS TOOL WORKS

Title

DISPOSITIVO SENSORE OTTICO CONTROLLATO.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Dispositivo sensore ottico controllato"

di: Illinois Tool Works, nazionalità statunitense, 3600
West Lake Avenue, Glenview, Illinois 60025 USA

Inventori designati: Marco SCLIP, Rocco CORBISIERO

Depositata il: 9 maggio 2011

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Campo dell'invenzione

La presente invenzione riguarda un dispositivo sensore ottico controllato comprendente un emettitore ottico che genera una radiazione ottica, in particolare nel campo del visibile o dell'infrarosso, e un ricevitore ottico per rilevare detta radiazione ottica a seguito di interazioni con un mezzo da misurare, una corrente di pilotaggio di detto emettitore ottico determinante l'intensità di detta radiazione essendo controllato da mezzi di pilotaggio compresi in detto dispositivo sensore ottico.

Sfondo dell'invenzione

I sensori ottici atti a rilevare la torbidità di un fluido utilizzato in una lavatrice o in una lavastoviglie sono ben noti. Tali sensori tipicamente comprendono un emettitore ottico che emette una radiazione luminosa attraverso un mezzo quale il liquido di lavaggio ed un ricevitore ottico che riceve la radiazione ottica emessa dall'emettitore dopo il passaggio attraverso detto mezzo ossia il liquido di lavaggio. Il confronto tra le misure della radiazione ottica emessa dall'emettitore e la radiazione ottica ricevuta dal ricevitore permette di determinare il grado di torbidità del liquido di lavaggio. La geometria del sensore definisce se la radiazione sia riflessa, rifratta o attenuata dal mezzo da misurare. Oltre

a applicazioni quali il sensore di torbidità tale tipologia di sensore si applica a sensori di livello del liquido, sensore di distanza, sensori di presenza di liquido. Come accennato differenti tipi di sensore possono essere analizzati cambiando la posizione relativa dell'emettitore e del ricevitore, ad esempio opposti frontalmente o lateralmente per operare in riflessione, e i tipi di lenti che possono essere usati in congiunzione a tali emettitore e ricevitore.

Uno dei problemi principali che si incontra con tale tipo di sensori è la grande differenza di segnale dovuta agli scarti di tolleranza da componente a componente. Ciò avviene anche qualora si usino emettitori e ricevitori che provengono dallo stesso batch, ovvero dallo stesso lotto di produzione. Con riferimento al diagramma di figura 1 che riporta la una tensione di uscita V_o di un sensore ottico, in particolare di un fototransistore di tale sensore, in funzione della torbidità, indicata in NTU (Nephelometric Turbidity Unit), un sensore tipico di torbidità per apparati elettrodomestici presenta un emettitore ottico, ad esempio un LED (Light Emitting Diode), che emette un segnale ottico in linea retta verso un ricevitore, ad esempio un fototransistore, mentre le particelle sospese del liquido che è il mezzo interposto fra LED e fototransistore, attenuano il segnale assorbendo, riflettendo e diffondendo la radiazione emessa. L'emettitore e il ricevitore sono contenuti in alloggiamenti di plastica trasparente per prevenire il contatto con l'acqua. E' noto variare il valore della corrente che scorre nell'emettitore per stabilire un livello di riferimento al ricevitore quando si sia in presenza di acqua fresca, ossia acqua che si suppone

pulita, e monitorare quindi il decremento dell'uscita del ricevitore con l'incremento della torbidità. Il diagramma di figura 1 mostra un esempio di un'uscita di tensione V_o di un tipico sensore di torbidità dopo la regolazione a una tensione data di uscita di 4V in acqua pulita, le differenti curve rappresentando la variazione da componente a componente. L'ammontare della variazione nei valori di uscita a un certo livello di torbidità è influenzato da una molteplicità di fattori tra i quali la distanza fra l'emettitore e il ricevitore, l'ampiezza del cono di radiazione emesso dall'emettitore, l'ampiezza del cono del ricevitore e la trasparenza degli alloggiamenti in plastica. Un'altra variazione di grande entità si può verificare a causa della dipendenza in temperatura del comportamento di tali emettitori e ricevitori.

Scopo e sintesi dell'invenzione

Lo scopo della presente invenzione è di fornire un dispositivo sensore ottico, in particolare un sensore di torbidità, che sia in grado di compensare le differenze di tolleranza e di comportamento dei componenti.

Secondo la presente invenzione tale scopo viene raggiunto da un dispositivo sensore ottico avente le caratteristiche formanti oggetto della rivendicazione 1.

Le rivendicazioni formano parte integrante dell'insegnamento somministrato in relazione all'invenzione.

Breve descrizione di disegni

La presente invenzione verrà ora descritta dettagliatamente con riferimento ai disegni allegati, dati a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni allegati, in cui

- la figura 1 è un diagramma rappresentativo della

caratteristica di uscita di sensori ottici noti;

- la figura 2 è una vista prospettica di un dispositivo sensore ottico secondo la presente invenzione,

- la figura 3 è uno schema circuitale del dispositivo sensore ottico secondo la presente invenzione.

Descrizione dettagliata di forme di attuazione dell'invenzione

Con riferimento alla figura 2, in essa è mostrata una vista schematica di un dispositivo sensore ottico 10, che comprende una piastra a circuiti stampati 81 che porta un emettitore ottico 21 ed un ricevitore ottico 22. La piastra a circuiti stampati 81 porta inoltre i componenti 80 di un circuito elettronico di controllo associato all'emettitore 21 ed al ricevitore 22. Come meglio dettagliato in figura 3, tali componenti 80 comprendono un microcontrollore 50, un generatore di corrente 40, un circuito di condizionamento del segnale di uscita 30 e un circuito di compensazione della temperatura 60. La piastra a circuiti stampati 81 porta inoltre un connettore elettrico 70 per il collegamento elettrico del dispositivo sensore ottico 10 ad un circuito esterno.

Come emettitore 21 può ad esempio essere utilizzato un LED mentre come ricevitore 22 può essere utilizzato un fototransistore, un fotodiodo od una cella solare. Con riferimento in particolare alla figura 2, l'emettitore 21 ed il ricevitore 22 sono fissati alla piastra a circuiti stampati 81 mediante rispettivi terminali metallici 88 che sono inseriti e fissati entro rispettivi fori della piastra a circuiti stampati 81. La piastra a circuiti stampati 81 ha due rami 86 distanziati fra loro, in modo che un'estremità della piastra 81 ha sostanzialmente una conformazione ad U. L'emettitore 21 ed il ricevitore 22

sono fissati alle estremità dei rispettivi rami 86. La piastra 81 e i rami 86 sono inseriti ad esempio in un involucro di plastica trasparente, non mostrato in figura 1, e i rami in particolari sono inseriti in bracci plastici di forma corrispondente, fra i quali può interpersi un mezzo da misurare 24, ad esempio acqua di lavaggio. In figura 2 le superficie emettenti dell'emettitore 21 e riceventi del ricevitore 22 sono affacciate, sicché una radiazione 23 viene trasmessa direttamente con l'interposizione del mezzo 24, in particolare l'acqua di lavaggio della quale si vuole misurare la torbidità. In varie forme d'attuazione, il posizionamento di emettitore 21 e ricevitore 22 potrà invece prevedere che la radiazione si propaghi dall'emettitore 21 al ricevitore 22 mediante riflessione sul mezzo 24, ad esempio avendo un cono di radiazione emesso dall'emettitore e un cono del ricevitore non allineati lungo la medesima direzione.

Con riferimento alla figura 3 è mostrato uno schema circuitale del dispositivo sensore ottico 10. Con il riferimento numerico 20 è indicato un modulo circuitale emettitore-ricevitore comprendente l'emettitore a LED 21, che emette la radiazione 23 luminosa attraverso il mezzo 24, ad esempio l'acqua di lavaggio. Tale radiazione luminosa 23 viene ricevuta da un ricevitore 22, rappresentato ad esempio da un fototransistore.

Il modulo emettitore-ricevitore 20 è comandato da un generatore di corrente 40 il cui funzionamento è controllato da un microcontrollore 50. Tale microcontrollore 50 attraverso una sua uscita di segnale 51 fornisce un segnale con modulazione PWM (Pulse Width Modulation), o segnale a modulazione di larghezza d'impulso V_m , che viene filtrato tramite un filtro 42 nel generatore

di corrente 40 al fine di avere una tensione in continua regolabile, in dipendenza dal valore del duty cycle del segnale con modulazione PWM V_m sull'uscita 51, che viene impiegata per regolare la corrente di base di un transistor 41. Tale transistor 41 presenta un resistore 43 sul proprio elettrodo di emettitore che converte la corrente di emettitore in una tensione che viene letta tramite un ingresso di segnale 53 dal microcontrollore 50 in modo da formare un controllo ad anello chiuso, il duty cycle del segnale PWM V_m dall'uscita 51 essendo regolato per ottenere il valore di corrente desiderato nell'emettitore del transistor 41. Il transistor 41 è poi connesso attraverso l'elettrodo di collettore all'emettitore ottico 21, per regolarne la corrente di pilotaggio I_p , ossia la corrente di collettore è la corrente di pilotaggio I_p che scorre nel LED. A valle del modulo emettitore-ricevitore 20, in particolare in serie al collettore del fototransistore che opera da ricevitore ottico 22, è posto un modulo circuitale per il condizionamento del segnale d'uscita 30.

Tale modulo circuitale per il condizionamento del segnale d'uscita 30 opera come segue: la radiazione rilevata dal ricevitore ottico 22 a fototransistore viene convertita in una tensione ed è filtrata da un circuito RC 32 connesso al collettore del fototransistore. Tale tensione sul collettore del fototransistore è letta anche dal microcontrollore 50 attraverso un suo ingresso di segnale 52 che è connesso sull'ingresso di un amplificatore operazionale 31, il cui segnale di uscita V_o , in particolare una tensione di uscita, è portato a uno dei pin di uscita del connettore di uscita 70. Il connettore di uscita 70 presenta inoltre pin per ricevere dall'esterno e

fornire ai circuiti del dispositivo sensore ottico 10 e al suo microcontrollore 50 la tensione di alimentazione VCC e il riferimento di massa GND, nonché comprende un ulteriore pin di ingresso di segnale digitale per una segnale di calibrazione TU.

L'amplificatore operazionale 31 può amplificare il segnale o operare come un buffer con guadagno unitario. In una configurazione alternativa il buffer di uscita non è necessario qualora il microcontrollore 50 comunichi in maniera digitale il segnale dopo averlo acquisito come segnale 52 al ricevitore ottico. Il microcontrollore 50 in tal caso fornisce a una sua uscita digitale, selezionabile inserendo un jumper 57, il segnale di uscita Vo che è riportato esternamente al circuito tramite il corrispondente pin del connettore 70. In figura 3 è anche indicato un ramo di cortocircuito 58, che porta il segnale 52 direttamente all'uscita Vo, quando venga connesso un apposito jumper 59 su tale ramo 58. Tali jumper 59 e ramo 58 servono nel caso non sia montato l'amplificatore 31 e si voglia comunque un'uscita in tensione senza buffer.

In sintesi, anche se in figura 3 i componenti sono tutti mostrati, il circuito può assumere le seguenti configurazioni:

- uscita analogica con buffer, preferibile ad esempio in ambienti con rumore elettrico elevato ad esempio cablaggi molto lunghi: amplificatore 31 montato, jumper 57 e 59 non montati.

- uscita analogica senza buffer: jumper 59 montato, amplificatore 31 e jumper 57 non montati.

- uscita digitale: jumper 57 montato, 31 e 59 non montati.

Secondo un aspetto principale della soluzione qui

descritta il dispositivo sensore ottico 10 comprende inoltre un circuito di compensazione di temperatura 60, il quale comprende un elemento a coefficiente di temperatura negativo 65, ad esempio un termistore NTC (Negative Temperature Coefficient costituisce una soluzione particolarmente economica, anche se possono essere impiegate altre termoresistenze consimili. Tale elemento a coefficiente di temperatura negativo 65 forma con un resistore 64 un partitore della tensione di alimentazione VCC che fornisce una tensione di partitore variabile in funzione della temperatura che corrisponde alla tensione V_T rappresentativa di un'informazione di temperatura. Tale tensione di partitore variabile in funzione della temperatura, o tensione V_T , è fornita, attraverso un filtro 64, a un ingresso 55 del microcontrollore 50 che è ad esempio l'ingresso per una tensione di riferimento, del quale convenzionalmente sono forniti i microcontrollori, in particolare l'ingresso di un convertitore analogico-digitale del microcontrollore 50.

Il circuito di compensazione di temperatura 60 dunque fornisce al microcontrollore 50 valori di tensione rappresentativi di un'informazione di temperatura misurata attraverso il dispositivo a coefficiente di temperatura negativo 65. Tale informazione di temperatura è impiegata dal microcontrollore 50 per variare la corrente di pilotaggio I_p inviata dal generatore 40 all'emettitore 21 in modo da compensare effetti di temperatura, incrementando o decrementando l'intensità della radiazione emessa.

Le strategie di compensazione della temperatura possono prevedere ad esempio di applicare una funzione di trasferimento predefinita, in particolare in base alle caratteristiche riportate dai datasheet dei componenti

ottici. Oppure può essere previsto di operare la taratura di ogni singolo dispositivo a seguito di misura del segnale di uscita V_o ad almeno due diverse temperature. In tali strategie di compensazione viene preferibilmente impiegata una look-up table che in base alla temperatura letta applica un fattore di correzione alla corrente nell'emettitore 21. Un'alternativa alla look-up table può essere rappresentata da una funzione di approssimazione polinomiale o un'interpolazione lineare tra valori di una tabella.

In generale il microcontrollore 50 è configurato per provvedere anche alle calibrazioni necessarie per l'emettitore-ricevitore 20, come dettagliato qui nel seguito.

Le funzioni del microcontrollore 50 comprendono dunque:

- calibrazione del modulo emettitore-ricevitore 20 per fornire il medesimo segnale di uscita nelle medesime condizioni operative, impiegando la lettura del segnale di uscita 52 e valori di tale segnale in condizioni di riferimento, ad esempio in acqua pulita a una temperatura data, immagazzinati nella memoria del microcontrollore. Fornendo al microcontrollore 50 un apposito segnale di comando, questo provvede a regolare la corrente in modo da ottenere in uscita il valore di riferimento prefissato, ad esempio 4V e successivamente il valore di corrente necessario per ottenere tale valore di riferimento prefissato viene salvato nella memoria del microcontrollore 50. In figura 3 è indicato per tale scopo nel connettore un pin di ingresso digitale TU che attiva la procedura di calibrazione.

- compensazione di temperatura usando il circuito 60

per rilevare la temperatura interna del sensore;

- compensazione di variazioni da componente a componente dovuta a tolleranze di montaggio meccanico e tolleranze di spessori di parti in plastica, memorizzando valori di correzione durante la calibrazione di fabbrica.

- compensazione rispetto all'invecchiamento dei componenti. Ciò può essere operato calibrando nuovamente il sensore in acqua pulita e compensa l'invecchiamento dell'emettitore e del ricevitore, nonché la riduzione nella trasparenza degli involucri plastici del modulo ottico.

- immagazzinamento in una propria memoria di tutti i parametri di calibrazione e compensazione del sensore al fine di permettere una più facile sostituzione dello stesso.

Dunque vantaggiosamente la presente invenzione tramite di un dispositivo sensore ottico che associa un microcontrollore a una coppia emettitore-ricevitore ottico permette di compensare differenze nei parametri e nelle tolleranze di componenti anche che provengano da un medesimo lotto di produzione permettendo sia la compensazione che la calibrazione del sensore, e in particolare la compensazione di effetti di temperatura.

La disposizione in unico assieme integrato su un'unica piastra di modulo emettitore-ricevitore, circuito sensore di temperatura e microcontrollore permette al dispositivo di regolare in maniera autonoma la propria uscita rispetto alle variazioni di temperatura. Inoltre, il microcontrollore permette vantaggiosamente di memorizzare i parametri di calibrazione e compensazione.

Naturalmente fermo restando il principio dell'invenzione i particolari di ricostruzione e le forme di realizzazione potranno essere ampiamente variate

rispetto a quanto descritto ed illustrato senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione così come definito dalle rivendicazioni che seguono.

Il dispositivo sensore ottico secondo l'invenzione, qui descritto con particolare riferimento a un sensore di torbidità per macchine di lavaggio, può anche essere impiegato in applicazioni quali sensori di livello del liquido, sensori di distanza, sensori di presenza di liquido.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo sensore ottico (10) controllato comprendente un emettitore ottico (21) che genera una radiazione ottica (23), in particolare nel campo del visibile o dell'infrarosso, e un ricevitore ottico (22) per rilevare detta radiazione ottica (23) a seguito di interazioni con un mezzo da misurare (24), una corrente di pilotaggio (I_p) di detto emettitore ottico (21) determinante l'intensità di detta radiazione (23) essendo controllata da mezzi di pilotaggio (50, 40) compresi in detto sensore ottico (10) caratterizzato dal fatto che detti mezzi di pilotaggio (50, 40) comprendono un microcontrollore (50) configurato per accedere a parametri di calibrazione e/o compensazione e regolare detta corrente di pilotaggio (I_p) in funzione di detti parametri di calibrazione e/o compensazione.

2. Dispositivo sensore secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che comprende un modulo circuitale di compensazione della temperatura (60) adatto a rilevare una temperatura operativa di detti emettitore (21) e ricevitore (22) e che detto microcontrollore (50) è configurato per regolare la corrente di pilotaggio (I_p) di detto emettitore ottico (21) in funzione di un'informazione di temperatura (VT) fornita da detto modulo circuitale di compensazione della temperatura (60).

3. Dispositivo sensore secondo la rivendicazione 2 caratterizzato dal fatto che detto microcontrollore (50) è configurato per variare la corrente di pilotaggio (I_p) di detto emettitore ottico (21) in modo da compensare effetti di temperatura incrementando o decrementando l'intensità della radiazione (23) emessa.

4. Dispositivo sensore secondo una delle

rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che detto microcontrollore (50) è configurato per operare la regolazione di detta corrente in detto emettitore ottico (21) fornendo un segnale a modulazione di larghezza d'impulso (V_m) che determina in funzione di un proprio valore di duty cycle il valore di detta corrente di pilotaggio (I_p) dell'emettitore ottico (21), il valore di detto duty cycle essendo controllato tramite una regolazione ad anello chiuso in funzione di un segnale (53) prelevato proporzionale a detta corrente di pilotaggio (I_p).

5. Dispositivo sensore secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che comprende un filtro (42) per convertire detto segnale a modulazione di larghezza d'impulso (V_m) in un segnale di tensione continua fornito all'ingresso di controllo di un transistor (41) operante come generatore di corrente, detto segnale (53) prelevato proporzionale a detta corrente di pilotaggio (I_p) essendo prelevato su un elettrodo di emettitore (43) di detto transistor (41), detto emettitore ottico (21) essendo elettricamente connesso a un collettore di detto transistor (41) per ricevere detta corrente di pilotaggio (I_p).

6. Dispositivo sensore secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che detto sensore ottico (10) è configurato per operare da sensore di torbidità, in particolare per applicazioni in macchine di lavaggio.

7. Dispositivo sensore secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che comprende un circuito di condizionamento del segnale di uscita (30) fornito dal ricevitore ottico (22).

8. Dispositivo sensore secondo una delle rivendicazioni precedenti da 2 a 7 caratterizzato dal fatto che detto circuito di compensazione della temperatura (60) comprende un partitore resistivo (65, 66) comprendente un elemento a coefficiente di temperatura negativo (65), la tensione di uscita (VT) di detto partitore (65, 66) essendo impiegata come informazione di temperatura.

9. Dispositivo sensore secondo la rivendicazione 8 caratterizzato dal fatto che detta tensione di uscita (VT) di detto partitore (65, 66) impiegata come informazione di temperatura è fornita come tensione di riferimento a detto microcontrollore (50).

10. Dispositivo sensore secondo una delle rivendicazioni precedenti da 2 a 9, caratterizzato dal fatto che detti emettitore (21) e ricevitore (22), detto microcontrollore (50) e detto circuito di compensazione della temperatura (60) sono disposti su una medesima piastra a circuiti stampati (81).

11. Dispositivo sensore secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che detto microcontrollore (50) è anche configurato per prelevare dietro ricevimento di un comando di calibrazione (TU) un segnale di uscita (52) del ricevitore ottico (22) per operare una calibrazione dell'emettitore ottico (21) e del ricevitore (22) regolando detta corrente di pilotaggio (Ip) per fornire un medesimo valore di segnale di uscita (Vo) in medesime condizioni operative.

12. Dispositivo sensore secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che un segnale di uscita (52) del ricevitore ottico (22) è fornito come segnale di uscita (Vo) del dispositivo attraverso un amplificatore (31), in particolare configurato per operare

come buffer.

13. Dispositivo sensore secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che detto microcontrollore (50) è configurato per fornire a una propria uscita digitale il segnale di uscita (Vo) dopo avere acquisito il segnale di uscita (52) del ricevitore ottico (22) e comprende mezzi (57) per connettere selettivamente detta uscita digitale a un connettore d'uscita (70).

14. Dispositivo sensore secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che detto microcontrollore (50) comprende mezzi di memoria per immagazzinare detti parametri di calibrazione e/o compensazione in temperatura del sensore (10).

CLAIMS

1. Controlled optical sensor device (10) including an optical emitter (21) generating an optical radiation (23), in particular in the visible or infrared field, and an optical receiver (22) to detect said optical radiation (23) upon interaction with a medium to be measured (24), a driving current (I_p) of said optical emitter (21) setting the intensity of said radiation (23) being controlled by driving means (50, 40) included in said optical sensor (10), characterized in that said driving means (50, 40) include a microcontroller (50) configured to access calibration and/or compensation parameters and to adjust said driving current (I_p) as a function of said calibration and/or compensation parameters.

2. Sensor device according to claim 1 characterized in that includes a temperature compensation circuit module (60) adapted to detect an operating temperature of said emitter (21) and receiver (22) and in that said microcontroller (50) is configured to adjust the driving current (I_p) of said optical emitter (21) as a function of a temperature information (V_T) supplied by said temperature compensation circuit module (60).

3. Sensor device according to claim 2 characterized in that said microcontroller (50) is configured to vary the driving current (I_p) of said optical emitter (21) to compensate temperature effects increasing or decreasing the intensity of the emitted radiation (23).

4. Sensor device according to any of the preceding claims characterized in that said microcontroller (50) is configured to perform the adjustment of said current in said optical emitter (21) supplying a pulse width modulated signal (V_m) determining as a function of a value of its

duty cycle the value of said driving current (I_p) of the optical emitter (21), the value of said duty cycle being controlled by a closed loop regulation as function of a signal (53) which is taken proportionally to said driving current (I_p).

5. Sensor device according to claim 4 characterized in that includes a filter (42) to convert said pulse width modulated signal (V_m) in a continue voltage signal supplied to the control input of a transistor (41) operating as current generator, said signal (53) which is taken proportionally to said driving current (I_p) being taken on an emitter electrode (43) of said transistor (41), said optical emitter (21) being electrically connected to a collector of said transistor (41) to receive said driving current (I_p).

6. Sensor device according to any of the preceding claims characterized in that said optical sensor (10) is configured to operate as turbidity sensor, in particular for use in washing machines.

7. Sensor device according to any of the preceding claims characterized in that includes a circuit for conditioning the output signal (30) supplied by the optical receiver (22).

8. Sensor device according to one of the preceding claims from 2 to 7 characterized in that temperature compensation circuit module (60) includes a resistive divider (65, 66) including a negative temperature coefficient element (65), the output voltage (V_T) of said divider (65, 66) being used as temperature information.

9. Sensor device according to claim 8 characterized in that said output voltage (V_T) of said divider (65, 66) used as temperature information is supplied as reference voltage

to said microcontroller(50).

10. Sensor device according to one of the preceding claims from 2 to 9 characterized in that said emitter (21) and receiver (22), said microcontroller (50) and said temperature compensation circuit module (60) are arranged on a same printed circuit board (81).

11. Sensor device according to any of the preceding claims characterized in that said microcontroller (50) is also configured to take, upon receiving a calibration command (TU), an output signal (52) of the optical receiver (22) to perform a calibration of the optical emitter (21) and of the receiver (22) regulating said driving current (I_p) to supply a same output signal value (V_o) in the same operating conditions.

12. Sensor device according to any of the preceding claims characterized in that an output signal (52) of the optical receiver (22) is supplied as output signal (V_o) of the device through an amplifier (31), which is in particular configured to operate as a buffer.

13. Sensor device according to any of the preceding claims characterized in that said microcontroller (50) is configured to supply at an its digital output the output signal (V_o) after having acquired the output signal (52) of the optical receiver (22) and include means (57) to selectively connect said digital output to an output connector (70).

14. Sensor device according to any of the preceding claims characterized in that said microcontroller (50) include memory means to store said calibration and/or temperature compensation parameters of the sensor (10).

FIG. 1

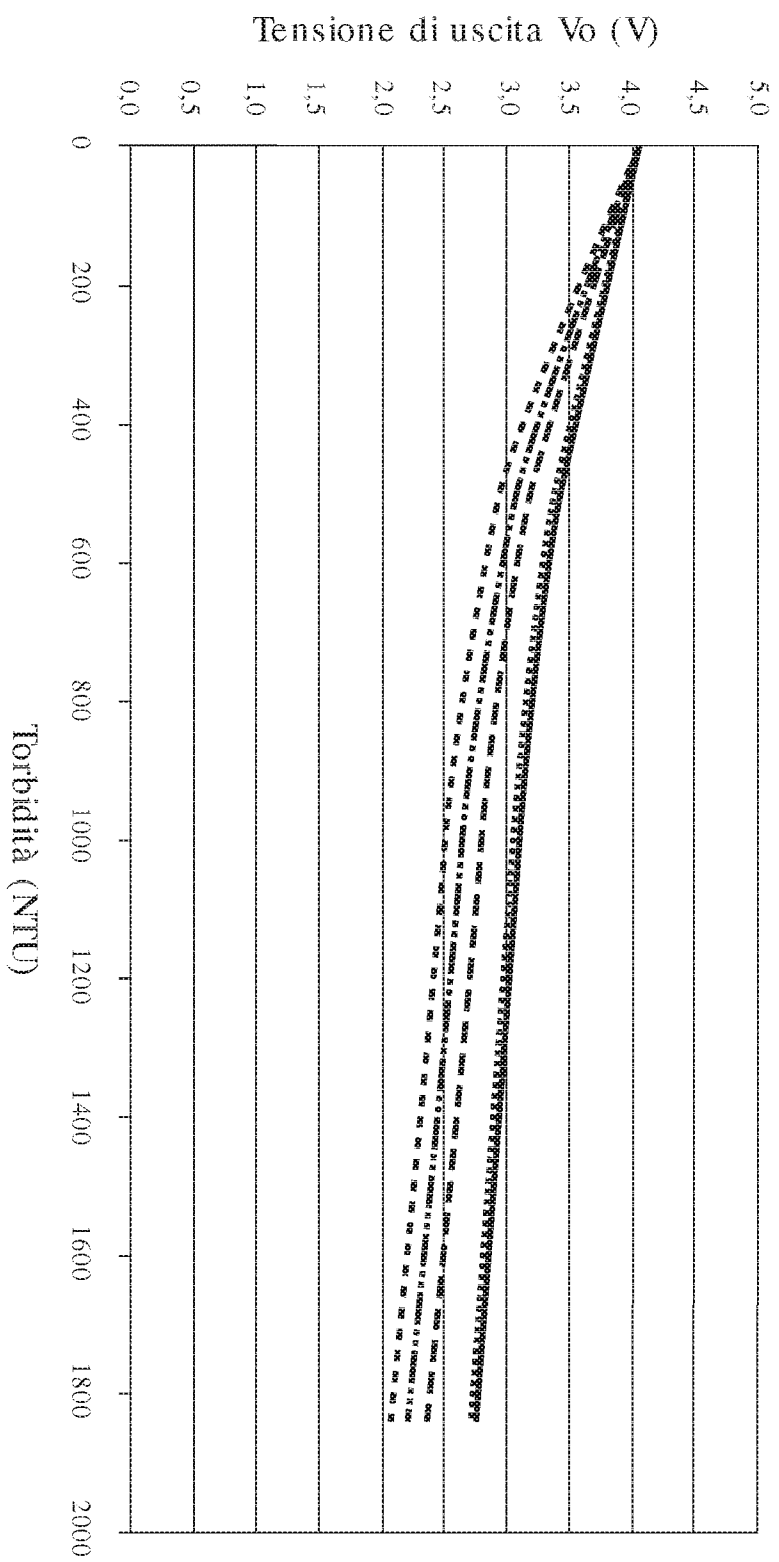


FIG. 2

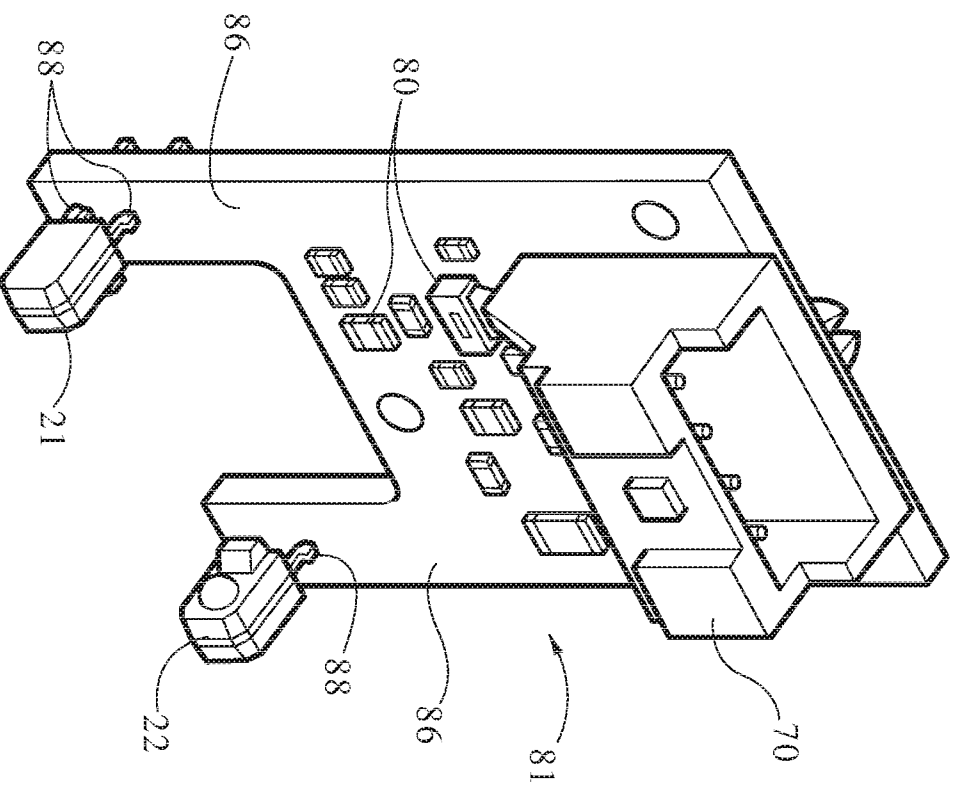


FIG. 3

