



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102012902019760
Data Deposito	03/02/2012
Data Pubblicazione	03/08/2013

Classifiche IPC

Titolo

DISPOSITIVO SENSORE OTTICO CONTROLLATO

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Dispositivo sensore ottico controllato"

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

Inventori designati: Marco SCLIP, Davide BORDIGNON

Depositata il: 3 febbraio 2012

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, in particolare 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. In particolare, si può poi confrontare la radiazione ricevuta dal ricevitore in condizioni di acqua pulita e

sporca per stabilire la torbidità. 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.

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.

Inoltre, tali tipologie di sensori possano avere una sensibilità, ossia la differenza fra il segnale di uscita corrispondente al valore di zero e il valore massimo, bassa ed è necessario intervenire sulla geometria del sensore, ottimizzando il progetto ottico, rispetto ad esempio ad esempio all'ampiezza dei coni di ricevitore e emettitore, per aumentarla

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 regolare o impostare l'uscita per offrire una sensibilità aumentata e permetta inoltre 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.

L'invenzione ha anche a oggetto un procedimento di regolazione dell'uscita di un dispositivo sensore ottico.

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 di una prima forma realizzativa del dispositivo sensore ottico secondo la presente invenzione;

- la figura 4 è uno schema circuitale di dettaglio di una seconda forma realizzativa del dispositivo sensore ottico di figura 3;

- la figura 5 e la figura 6 sono due rappresentazioni equivalenti del modulo del dispositivo sensore ottico di figura 3;

- la figura 7 è un diagramma rappresentativo della caratteristica di uscita del dispositivo sensore ottico secondo l'invenzione;

- la figura 8 è uno schema circuitale di una forma realizzativa variante del modulo del dispositivo sensore ottico di figura 3;

- la figura 9 un diagramma rappresentativo di

caratteristiche di uscita ottenibili con il modulo del dispositivo sensore ottico di figura 8.

Descrizione dettagliata di forme di attuazione dell'invenzione

Nella descrizione che segue si farà particolare riferimento a un sensore di torbidità, in particolare per macchine di lavaggio, anche se l'invenzione non è limitata solamente a tale tipologia di sensori.

Con riferimento alla figura 2, in essa è mostrata una vista schematica di un dispositivo sensore ottico 10 per misurare la torbidità dell'acqua, in particolare dell'acqua di una macchina di lavaggio, 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 dettagliato in figura 4, tali componenti 80 possono ad esempio comprendere 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. Nel circuito di figura 3 i componenti 80 comprendono sostanzialmente il circuito di condizionamento del segnale d'uscita 30.

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.

In figura 3 è mostrata una prima forma realizzativa di un dispositivo sensore ottico 100.

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.

In questo caso l'emettitore a LED 21 è connesso fra l'alimentazione VCC e il morsetto di un connettore di

ingresso uscita 170 che reca un segnale di pilotaggio, in particolare una corrente di pilotaggio CTU.

A valle del modulo emettitore-ricevitore 20, in particolare in serie all'emettitore 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 in generale 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 all'emettitore del fototransistore. L'emettitore del fototransistore è anche connesso sull'ingresso di un circuito di amplificazione indicato complessivamente con il riferimento 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 170. Il connettore di uscita 70 presenta inoltre pin per ricevere dall'esterno e fornire ai circuiti del dispositivo sensore ottico 10 la tensione di alimentazione VCC e il riferimento di massa GND.

Il circuito di amplificazione 31 opera per amplificare il segnale. In tale circuito di amplificazione 31 al fine di incrementare la sensibilità del sensore è previsto di incrementare la differenza di segnale fra un valore di riferimento, ossia il valore che si determina in una condizione individuata come di riferimento, preferibilmente il valore in acqua pulita, e il valore massimo. Ciò viene ottenuto tramite un circuito di condizionamento del segnale 30 che impiega un circuito con retroazione avente un certo valore di guadagno.

In particolare, dunque, un segnale di uscita 52 del ricevitore ottico 22 è fornito attraverso il circuito RC 32

connesso all'emettitore del fototransistore come tensione d'ingresso V_{in} al morsetto positivo dell'amplificatore operazionale 31a. Il circuito RC 32 comprende in particolare un resistore di carico 32a e un condensatore 32b. Il circuito di amplificazione 31 comprende una rete di retroazione 310 configurata per determinare un determinato guadagno G dell'amplificatore 31 e fornire una tensione di riferimento V_{ref} . Il circuito di amplificazione 31 fornisce per effetto di tale rete di retroazione 310 un segnale di uscita V_o dell'amplificatore 31 funzione della tensione di riferimento V_{ref} e del guadagno G .

In tale rete di retroazione 310 sono compresi un resistore 312 e un resistore 315 che formano un partitore della tensione di alimentazione VCC per fornire tale tensione di riferimento V_{ref} . Inoltre la rete di retroazione 310 comprende un ramo di retroazione per riportare la tensione di uscita sull'ingresso comprendente un resistore 314 connesso a un suo capo all'uscita dell'amplificatore 31 e all'altro capo all'ingresso negativo, o invertente, dell'amplificatore 31a. A tale ingresso invertente e al resistore 314 è connesso un ulteriore resistore 313 che al suo altro capo è connesso al nodo del partitore resistivo formato dai resistori 312, 315 su cui si forma la tensione di riferimento V_{ref} .

Il segnale di uscita V_o , in particolare una tensione di uscita, è portato a uno dei pin di uscita del connettore di uscita 170.

Con riferimento alla figura 4 è mostrato uno schema circuitale di una seconda forma realizzativa del dispositivo sensore ottico, indicata con 10, che comprende il modulo circuitale emettitore-ricevitore 20 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 dal ricevitore 22, rappresentato ad esempio da un fototransistore.

Il modulo emettitore-ricevitore 20 è in questo caso 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 il modulo circuitale per il condizionamento del segnale d'uscita 30.

Tale modulo circuitale per il condizionamento del segnale d'uscita 30 opera in questo caso in generale come

segue: la radiazione rilevata dal ricevitore ottico 22 a fototransistore viene convertita in una tensione ed è filtrata dal circuito RC 32 connesso al collettore del fototransistore. Tale tensione sul collettore del fototransistore è letta anche dal microcontrollore 50 attraverso il suo ingresso di segnale 52 che è connesso sull'ingresso del circuito di amplificazione 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 i 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 un segnale di calibrazione TU.

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 riferimento di tale segnale, preferibilmente valori 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 4 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.

Nelle figure 5 e 6 il circuito di condizionamento 30 è schematizzato secondo due rappresentazioni diverse, in figura 6 essendo in particolare raffigurato il circuito con

equivalente di Thevenin per il partitore ottenuto tramite i resistori 312, 315.

Dunque, con riferimento a quanto illustrato nelle figure da 3 a 6, la radiazione 23 rilevata dal ricevitore ottico 22 genera una fotocorrente che è convertita tramite il resistore di carico 32a del circuito RC 32 in una tensione d'ingresso V_{in} , filtrata dal circuito RC 32 medesimo. Tale tensione d'ingresso V_{in} è quindi riportata all'ingresso positivo dell'amplificatore operazionale 31a. Applicando il teorema di Thevenin al partitore della rete di retroazione 310 rappresentato dalle resistenze 312 e 315 si ottiene

$$V_{ref} = VCC \cdot R5 / (R2 + R5)$$

$$Req = R2 // R5 = R2 \cdot R5 / (R2 + R5)$$

e per il guadagno G:

$$G = 1 + R4 / (R3 + Req)$$

Nelle equazioni sopra riportate, con R2, R3, R4, R5 sono indicate rispettivamente i valori dei resistori 312, 313, 314, 315 della rete resistiva di retroazione 310. Con G è indicato il guadagno del circuito di retroazione, mentre Req indica la resistenza equivalente del partitore rappresentato dai resistori 312 e 315 che fissano la tensione di riferimento V_{ref} .

Il circuito di retroazione risultante realizza 310 quindi con l'amplificatore operazione 31 la seguente funzione di trasferimento rispetto alla tensione di uscita V_{out} :

$$V_o = V_{ref} - (V_{ref} - V_{in}) \cdot G$$

Impostando tramite i valori R2, R5 dei resistori di partitore 312, 315, la tensione di riferimento V_{ref} come la tensione in una condizione di riferimento, per il sensore di torbidità nella condizione iniziale di acqua pulita, ad

esempio 4V nell'esempio di Fig. 1, tale condizione iniziale di acqua pulita, ottenendosi impostando la corrente di calibrazione, ad esempio la corrente di calibrazione CTU, nell'emettitore 21, la caratteristica della misura presenta la stessa tensione di uscita V_o di un amplificatore senza controreazione, 31a, ma ha una pendenza maggiore, in quanto la pendenza viene moltiplicata per il guadagno G , come mostrato nel diagramma di figura 7, che mostra la tensione di uscita di un sensore di torbidità V_o senza l'amplificatore 31 con rete 310 (curva C1) e con l'amplificatore 31 con rete di retroazione 310 (curva C2), in particolare con tensione di riferimento $V_{ref} = 4V$ e guadagno $G = 1.5$. Il circuito dunque realizza per una tensione di ingresso V_{in} pari alla tensione di riferimento V_{ref} la medesima tensione di uscita di un circuito privo dell'amplificatore 31, mentre il segnale viene amplificato per valori della tensione d'ingresso V_{in} diversi dalla tensione di riferimento V_{ref} .

In figura 8 è inoltre mostrato un circuito variante 31' in cui nel circuito di reazione 310 al posto della resistenza 314 con valore R_4 è previsto un resistore variabile 320, ad esempio un trimmer, che permette di variare il fattore di guadagno G e compensare la deviazione/dispersione del segnale di un sensore di torbidità rispetto a un altro, in questo modo riducendo gli scarti di tolleranza o il valore di 3-sigma, in termini di gestione della qualità basato sul controllo dello scarto quadratico medio, per le tensioni di uscita dei sensori, come mostrato nel diagramma di figura 9. In tale diagramma sono mostrate tre curve C11, C12, C13 caratteristiche relative a tre diversi sensori di torbidità. Le tre curve C11, C12, C13 sono indicative di valori di tensione di

uscita molto diversi e rispettivamente crescenti. Tramite l'applicazione di amplificazione con valori decrescenti di guadagno rispettivamente $G_1 < G_2 < G_3$, si ottengono tre curve caratteristiche sostanzialmente coincidenti.

Dunque vantaggiosamente la presente invenzione tramite di un dispositivo sensore ottico che associa a una coppia emettitore-ricevitore ottico l'uso di un'amplificazione con una rete di retroazione configurata per determinare una tensione di uscita regolabile o impostabile tramite un guadagno dell'amplificatore e il valore di una tensione di riferimento, permette di ottenere un sensore con più elevata sensibilità.

Inoltre, il dispositivo sensore descritto 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.

Secondo una forma realizzativa, il guadagno medesimo è regolabile, in modo da compensare facilmente gli scarti nei valori delle tensioni d'uscita fra diversi dispositivi sensori in uno stesso lotto.

Il dispositivo secondo l'invenzione provvede inoltre 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.

L'impiego dell'amplificazione con rete di retroazione e tensione di uscita regolabile o impostabile tramite un

guadagno dell'amplificatore e il valore di una tensione di riferimento determinano un dispositivo sensore ottico comprendente un emettitore ottico che genera una radiazione ottica e un ricevitore ottico per rilevare tale radiazione ottica a seguito di interazioni con un mezzo da misurare, in particolare un sensore di torbidità, specialmente efficace nell'ottenere un segnale d'uscita a elevata sensibilità e facilmente compensabile. Tali vantaggi sono ulteriormente amplificati dall'impiego congiunto del microcontrollore, in particolare per il controllo della corrente nel fotodiodo.

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.

Il modulo di pilotaggio può essere compreso nel sensore ottico oppure essere provvisto esternamente allo stesso.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo sensore ottico (10; 100) 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 (CTU; I_p) di detto emettitore ottico (21) determinante l'intensità di detta radiazione (23) essendo controllata da mezzi di pilotaggio (50, 40), caratterizzato dal fatto che comprende un circuito di condizionamento del segnale di uscita (30) fornito dal ricevitore ottico (22) comprendente un amplificatore (31) cui detto segnale di uscita (52) del ricevitore ottico (22) è fornito come tensione d'ingresso (V_{in}) dell'amplificatore (31), detto amplificatore (31) comprendendo una rete di retroazione (310) configurata per determinare un guadagno (G) dell'amplificatore (31) e fornire una tensione di riferimento (V_{ref}), detto amplificatore (31) essendo configurato in associazione a detta rete di retroazione (310) per fornire un segnale di uscita (V_o) dell'amplificatore (31) funzione della differenza fra tensione di riferimento e la differenza, moltiplicata per il guadagno (G) fra detta tensione di riferimento (V_{ref}) e detta tensione d'ingresso (V_{in}) dell'amplificatore (31).

2. Dispositivo sensore secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che detta rete di retroazione (310) comprende un partitore resistivo (312, 315) per determinare detta tensione di riferimento (V_{ref}).

3. Dispositivo sensore secondo la rivendicazione 2 caratterizzato dal fatto che detta rete di retroazione (310) comprende un ramo di retroazione (314, 313)

comprendente un resistore (314) connesso a un capo all'uscita dell'amplificatore (31) e all'altro capo all'ingresso invertente dell'amplificatore (31) e a un capo di ulteriore resistore (R3), a sua volta connesso a un suo altro capo al nodo di detto partitore resistivo (312, 315) su cui si forma la tensione di riferimento (V_{ref}).

4. Dispositivo sensore secondo la rivendicazione 3 caratterizzato dal fatto che il partitore resistivo (312, 315) per determinare detta tensione di riferimento (V_{ref}) è configurato per ottenere una tensione di riferimento (V_{ref}) eguale a un valore fornito dal sensore (10; 100) in una condizione di riferimento, in particolare in una condizione di acqua pulita.

5. Dispositivo sensore secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detto ramo di retroazione (314, 313) comprende un resistore variabile (320).

6. Dispositivo sensore secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto sensore ottico (10; 100) 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 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.

8. Dispositivo sensore secondo la rivendicazione 7 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).

9. Dispositivo sensore secondo la rivendicazione 8 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.

10. Dispositivo sensore secondo una delle rivendicazioni precedenti da 7 a 9 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).

11. Dispositivo sensore secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che detti mezzi di pilotaggio (50, 40) sono compresi in detto dispositivo sensore ottico (10; 100).

12. Procedimento di regolazione dell'uscita di un dispositivo sensore ottico (10; 100) secondo almeno una delle rivendicazioni da 1 a 11 caratterizzato dal fatto che comprende le operazioni di

provvedere una tensione di riferimento (V_{ref}),

amplificare (31) detto segnale di uscita (52, V_{in}) del ricevitore ottico (22) in modo retroazionato con un valore di guadagno determinato (G), funzione della differenza fra tensione di riferimento (V_{ref}) e la differenza, moltiplicata per il guadagno (G) fra detta tensione di riferimento (V_{ref}) e detto segnale di ingresso (V_{in}) dell'amplificatore (31).

13. Procedimento secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che comprende provvedere una tensione di riferimento (V_{ref}) eguale a un valore fornito dal sensore (10; 100) in una condizione di riferimento, in particolare in una condizione di acqua pulita.

14. Procedimento secondo la rivendicazione 12 o 13, caratterizzato dal fatto che comprende provvedere un valore di guadagno (G) variabile e di

regolare detto valore di guadagno (G) variabile per compensare la deviazione o dispersione del segnale di un sensore, in particolare un sensore di torbidità, rispetto a un altro.

FIG. 1

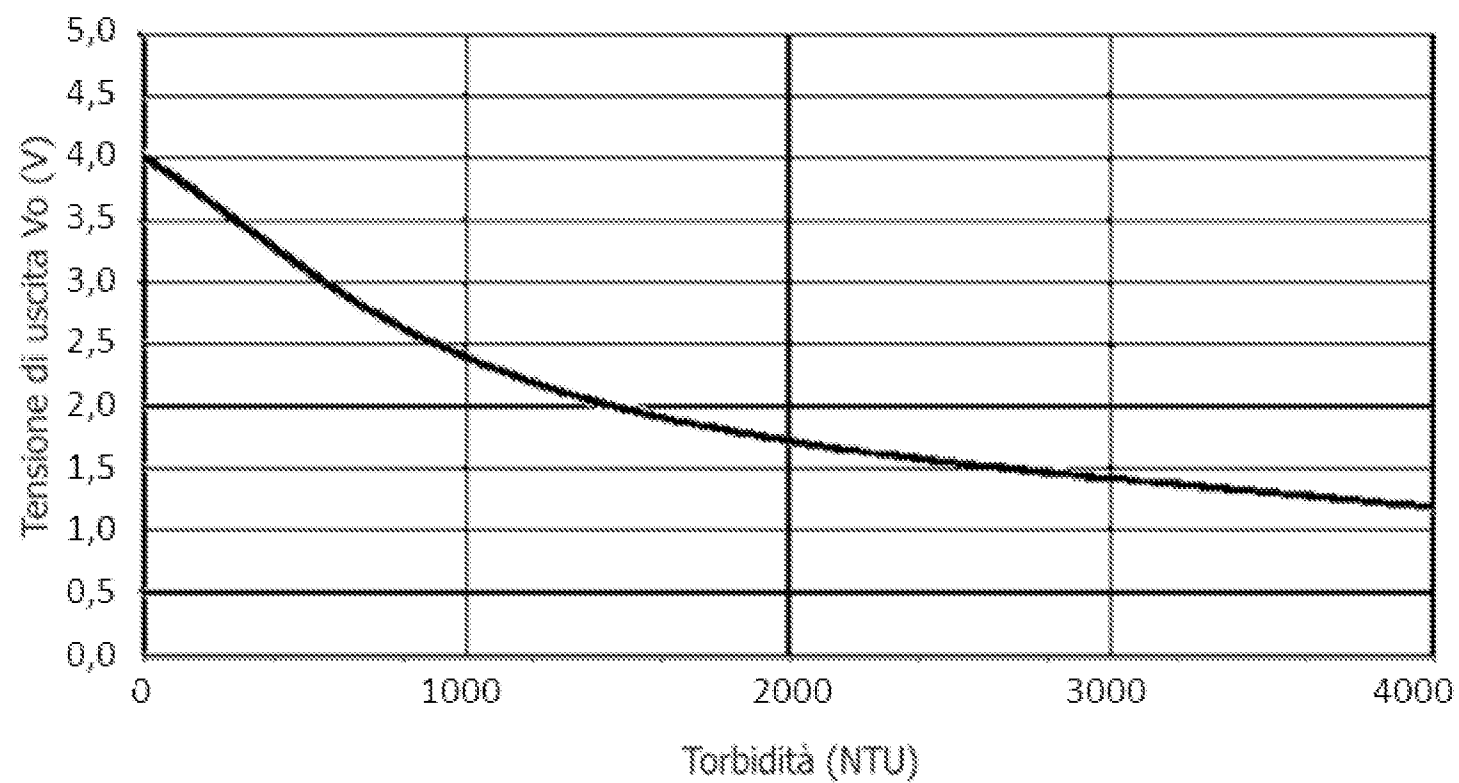
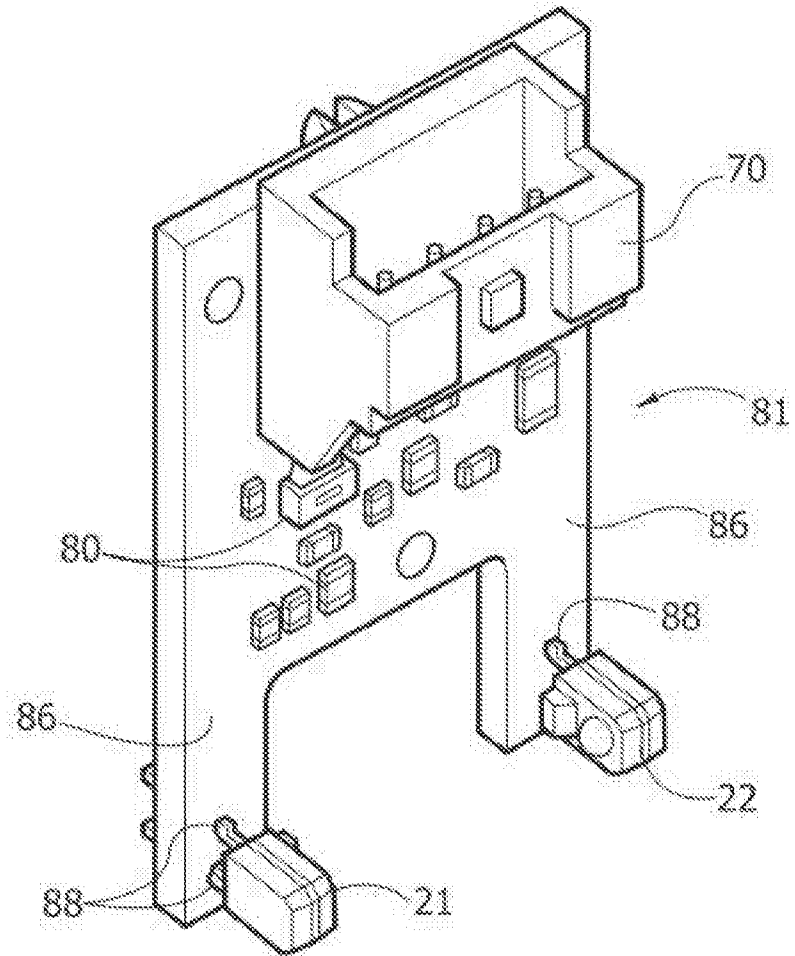


FIG. 2



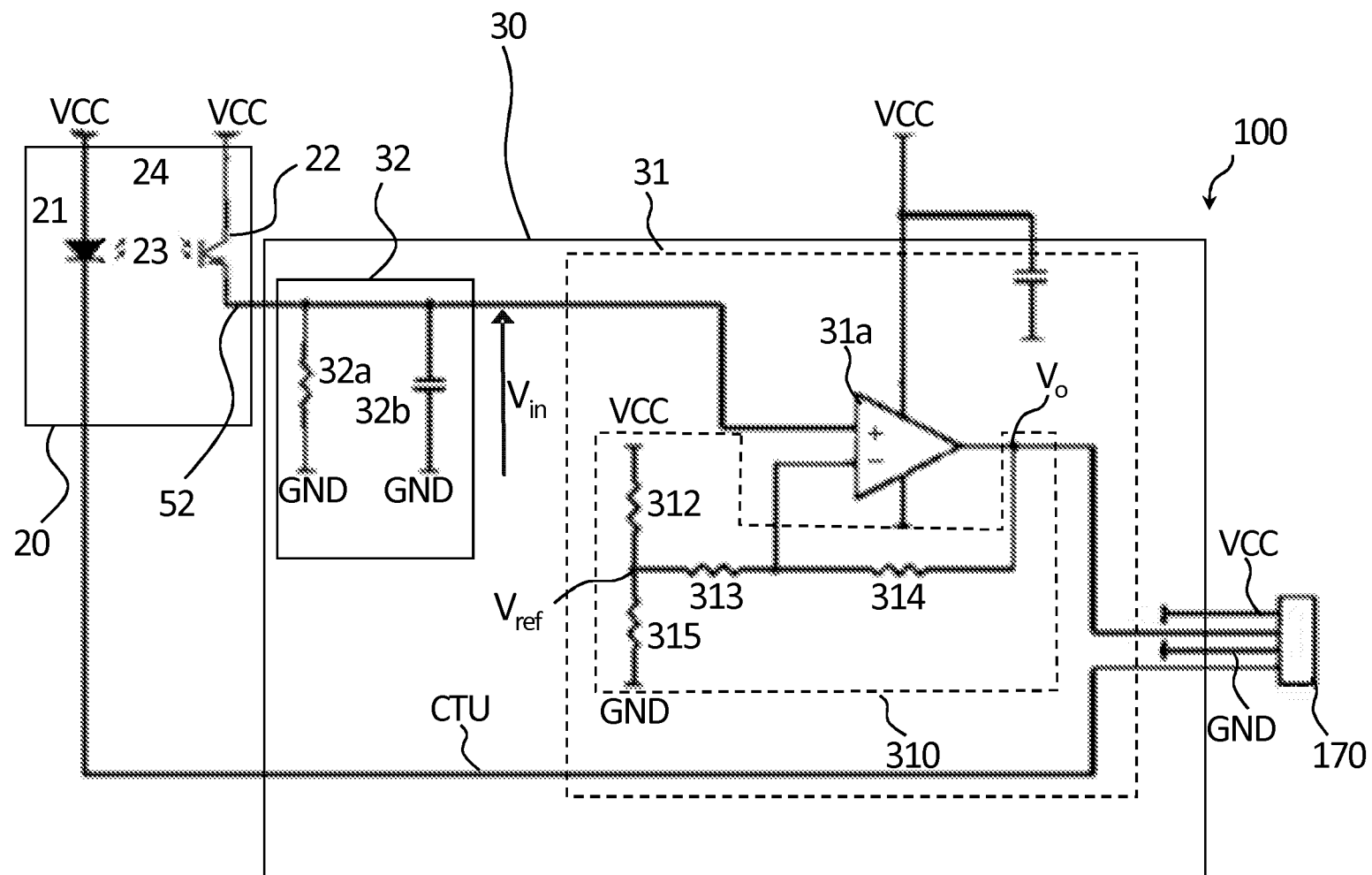
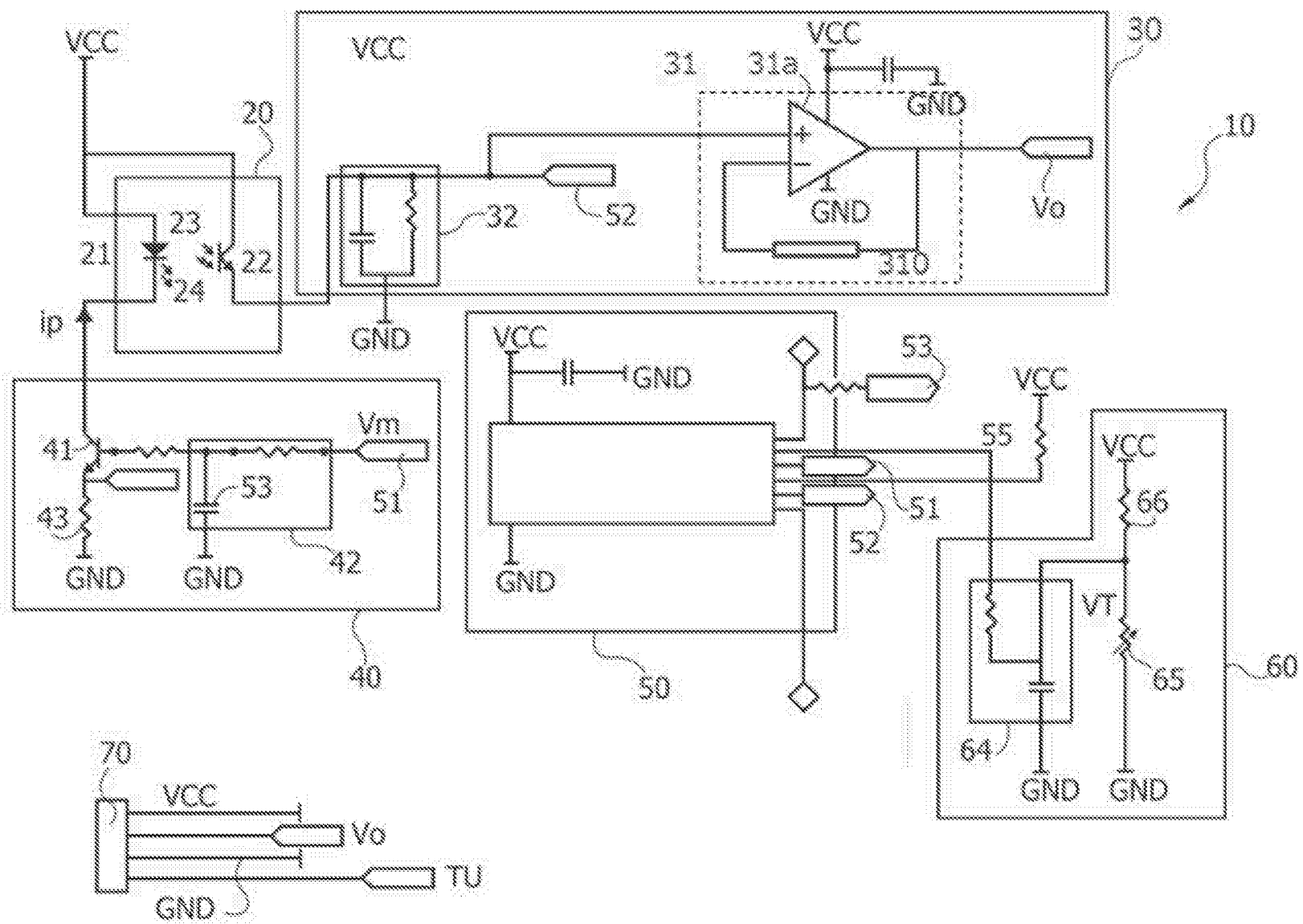


FIG. 3

FIG. 4



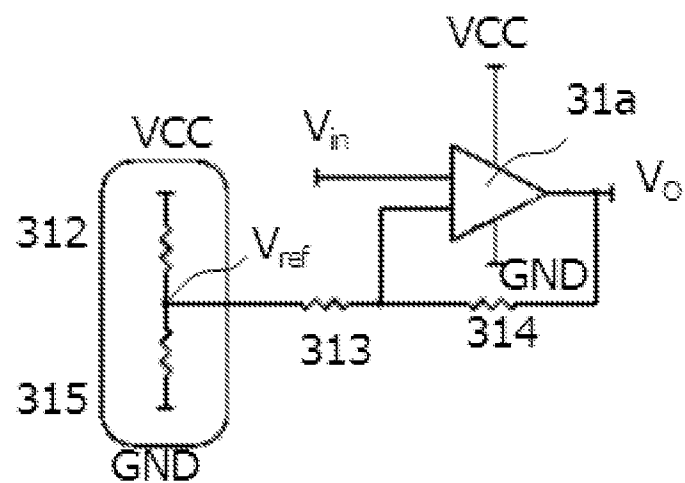


FIG.5

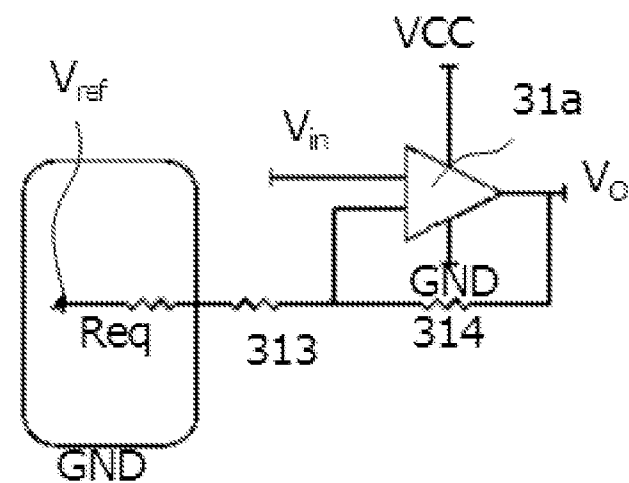
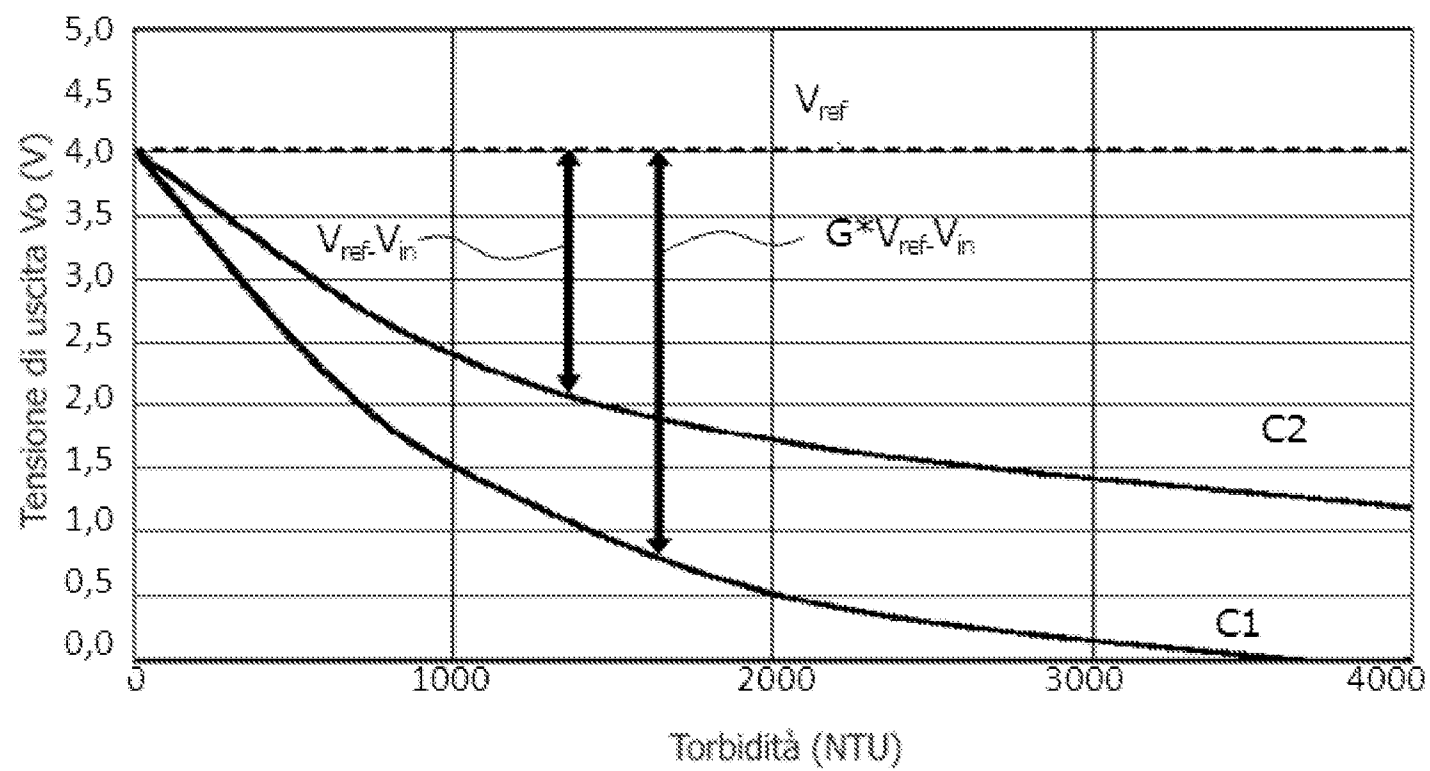


FIG.6

FIG. 7



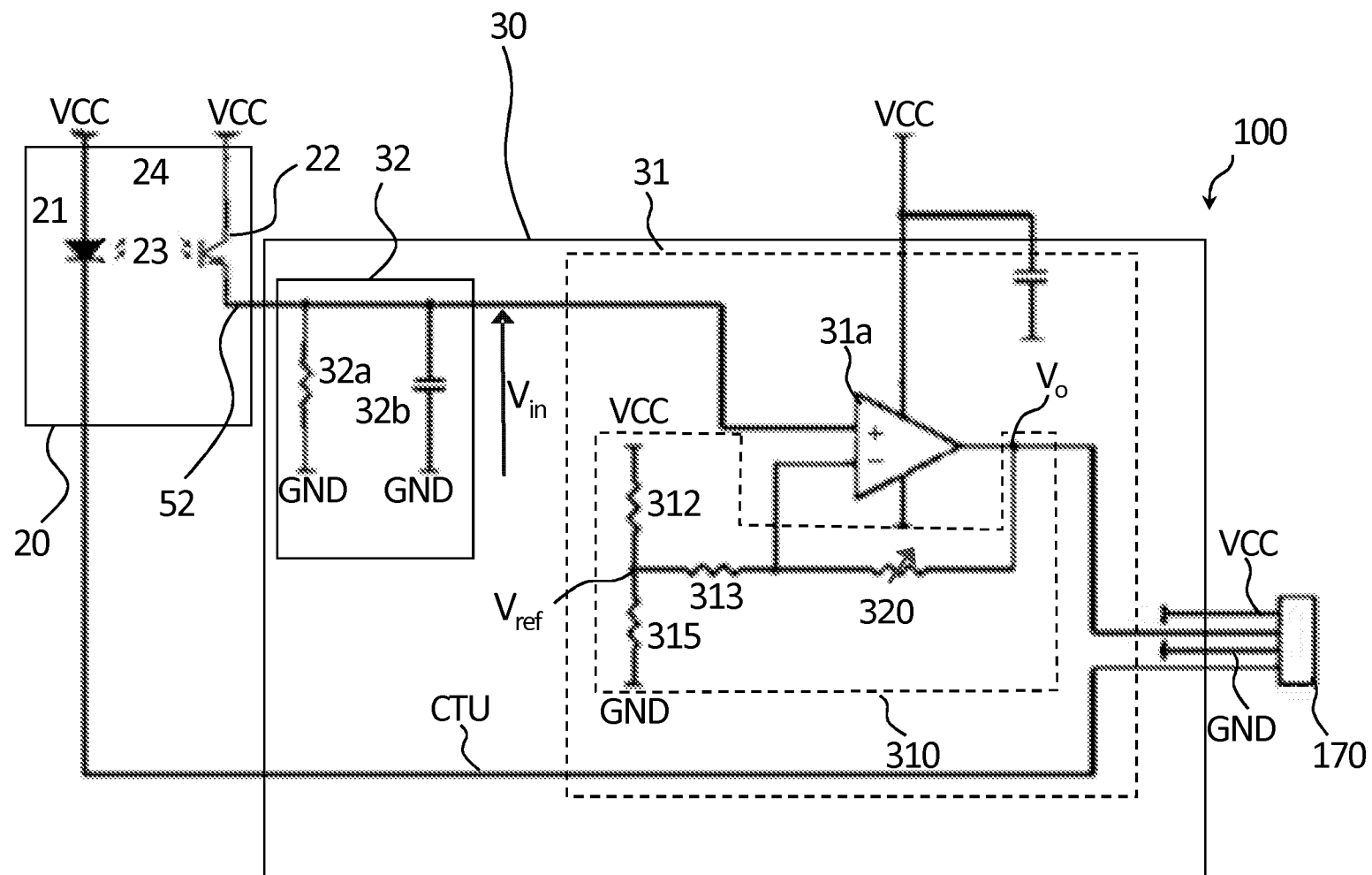


FIG. 8

FIG. 9

