



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102015000058657
Data Deposito	06/10/2015
Data Pubblicazione	06/04/2017

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	B	31	02
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	L	5	24

Titolo

VITE E METODO DI LETTURA DI UNA FORZA DI SERRAGGIO DI UNA VITE.

## DESCRIZIONE

Annessa a domanda di brevetto per INVENZIONE INDUSTRIALE avente per titolo

### Vite e metodo di lettura di una forza di serraggio di una vite.

5

A nome: AUTEC S.r.l., di nazionalità italiana, con sede in via S. Barbara, 111 - 48010 - Fusignano (RA);  
FONDRIEST Ivan Giovanni, di cittadinanza italiana, residente in via Argenta, 11 - 47039 - Savignano sul Rubicone (FC).

Mandatari: Ing. Marco CONTI, Albo iscr. nr. 1280 BM;  
Ing. Leonardo FIRMATI, Albo iscr. nr. 995 B.

\*\*\*\*\*

La presente invenzione ha per oggetto una vite e un metodo di lettura di una forza di serraggio di una vite.

Le viti sono ampiamente utilizzate come mezzi di fissaggio nel settore delle costruzioni; spesso, da esse dipende la tenuta e il corretto funzionamento della struttura in cui le viti sono inserite e questo vale anche per strutture di grandi dimensioni da cui dipende la vita di molte persone, quali ad esempio aerei o ponti.

Pertanto, è di grande importanza poter disporre di una tecnica per misurare la forza di serraggio di una vite, per poter verificare l'affidabilità e il corretto assemblaggio della struttura in cui le viti sono inserite; in particolare, ci si riferisce qui alla forza di serraggio di tipo statico, cioè la forza con cui la vite è serrata alla struttura in cui è avvitata, a distanza di tempo dall'azione di avvitamento della vite da parte dello strumento di serraggio (per esempio una chiave o un altro strumento).

Infatti, la forza di serraggio dinamica, sviluppata durante l'avvitamento o serraggio della vite, può essere rilevata in modo relativamente agevole attraverso lo strumento di serraggio; tuttavia, tale forza di serraggio

dinamica non è rappresentativa della robustezza del collegamento garantito dalla vite a distanza di tempo dall'avvitamento, e quindi dell'affidabilità della struttura, perché tipicamente la forza di serraggio tende a diminuire nel tempo, in funzione di fattori non prevedibili, quali stress termici o vibrazioni, per esempio.

La problematica di mettere a disposizione viti che permettano una rilevazione della propria forza (statica) di serraggio è stata affrontata per esempio dai documenti brevettuali GB946409A, TW201231831A e DE102011053150A1.

- 10 In alcune soluzione, per esempio in quella descritta da GB946409A, è previsto di dotare la vite di un estensimetro posizionato all'interno della vite. In particolare, la vite ha un gambo filettato e una testa impegnabile dallo strumento di serraggio e l'estensimetro è inserito nel gambo della vite per rilevare una forza di trazione a cui la vite stessa è sottoposta.
- 15 Tuttavia, tali soluzioni note presentano alcuni inconvenienti. In particolare, tali viti sono scomode da misurare, e richiedono tempi lunghi per la misurazione. Inoltre, tali viti sono poco robuste, per via delle lavorazioni a cui debbono essere sottoposte.
- 20 Scopo del presente trovato è rendere disponibile una vite e un metodo di lettura di una forza di serraggio di una vite che superino gli inconvenienti della tecnica nota sopra citati.
- In particolare, è scopo del presente trovato mettere a disposizione una vite che permetta una verifica particolarmente comoda e rapida del suo stato tensionale (ovvero, più in generale, della sua forza di serraggio).
- 25 Analogamente, è scopo del presente trovato mettere a disposizione un metodo di lettura di una forza di serraggio di una vite, ovvero di uno stato tensionale della vite stessa, che sia particolarmente semplice e rapido da applicare.
- 30 Ulteriore scopo della presente invenzione è proporre una vite e un metodo di lettura che siano particolarmente affidabili e robusti.

Detti scopi sono pienamente raggiunti dalla vite e dal metodo oggetto del presente trovato, che si caratterizzano per quanto contenuto nelle rivendicazioni sotto riportate.

La presente descrizione mette a disposizione una vite comprendente un  
5 gambo filettato, allungato lungo un asse longitudinale (che definisce anche  
un asse longitudinale della vite) e una testa impegnabile da uno strumento  
di serraggio per stringere la vite.

La vite forma un bullone quando è accoppiata a un dado.

All'interno della vite è alloggiato un elemento di rilevazione. L'elemento di  
10 rilevazione è posizionato in un'apposita cava ricavata nella vite.  
Preferibilmente, tale cava è allungata longitudinalmente.

L'elemento di rilevazione costituisce un sensore o un componente di un  
sensore, o qualunque componente atto a rilevare un parametro di misura  
rappresentativo di una forza di serraggio della vite, ossia di uno stato  
15 tensionale della vite.

Per esempio, l'elemento di rilevazione è un estensimetro connesso alla  
vite e posizionato nella cava. Preferibilmente, la cava è ricavata nel gambo  
della vite e l'estensimetro è posizionato all'interno del gambo.

Si osservi che sono previste anche posizioni diverse per l'estensimetro.

20 Per esempio, è previsto che l'estensimetro sia posizionato all'esterno della  
vite, connesso al corpo della vite (che in molti casi non è filettato fino alla  
testa). In questo caso, è previsto l'impiego di un ponte di Wheatston  
comprendenti costituiti una pluralità di estensimetri (per esempio quattro  
estensimetri). Esistono anche viti che hanno una parte prossima alla testa  
25 rastremata; in tal caso, è previsto, come esempio di posizionamento  
dell'estensimetro, di connettere l'estensimetro (o gli estensimetri) in tale  
zona a diametro minore, sulla quale gli estensimetri (o, più in generale, i  
ponti rilevatori ovvero i circuiti definenti i sensori, ovvero i circuiti di misura)  
sono connessi (per esempio incollati).

30 La vite ha un alloggiamento, preposto ad alloggiare componenti elettrici o  
elettronici (ulteriori rispetto all'estensimetro).

Preferibilmente, l'alloggiamento è ricavato (interamente) nella testa della vite; ma è anche previsto che l'alloggiamento sia ricavato, in tutto o almeno in parte, nel gambo della vite. Si osservi che la bobina è posizionata nella la parte più esterna per far sì che il campo magnetico prodotto dal dispositivo di lettura possa concatenarsi in modo ottimale.

5 L'alloggiamento ha un'apertura, ossia un passaggio, su una faccia superiore della testa della vite, trasversale rispetto all'asse longitudinale.

La vite comprende una bobina posizionata in detto alloggiamento.

Preferibilmente, la bobina è disposta con proprie spire circondanti l'asse

10 longitudinale della vite. In tal modo, un flusso magnetico (variabile nel tempo) orientato sostanzialmente lungo detto asse longitudinale si concatena con le spire della bobina e genera una corrente elettrica nella bobina, per induzione elettromagnetica. Analogamente, una corrente elettrica circolante nella bobina genera un flusso magnetico orientato sostanzialmente lungo detto asse longitudinale.

15 Inoltre, la vite ha un microprocessore posizionato nell'alloggiamento.

La vite comprende anche un alimentatore posizionato nell'alloggiamento;

l'alimentatore è un componente configurato per ricevere e immagazzinare almeno temporaneamente energia elettrica, e configurato per erogare una

20 corrente elettrica di alimentazione per alimentare altri componenti elettronici interni alla vite.

L'alimentatore è collegato alla bobina, per ricevere energia elettrica dalla bobina stessa.

Infatti, la bobina è configurata per definire una linea di trasmissione senza contatto, costituendo un secondario (o primario) di un trasformatore.

Pertanto, in presenza di un campo magnetico variabile generato esternamente alla vite che si concatena con la bobina, nella bobina stessa viene indotta una corrente che alimenta l'alimentatore, attraverso detta linea di trasmissione senza contatto.

30 L'alimentatore della vite è collegato al microprocessore (e alle altre parti elettroniche).

Preferibilmente, l'estensimetro comprende un conduttore elettrico che, in uso, deve essere attraversato da una corrente elettrica. In questa luce, preferibilmente, l'alimentatore è collegato anche all'estensimetro per alimentarlo elettricamente.

5 Inoltre, il microprocessore è collegato all'estensimetro (tramite un blocco di condizionamento) per ricevere il parametro di misura rilevato dall'estensimetro.

Il processore è anche programmato per trasmettere detto parametro di misura (rilevato dall'estensimetro) all'esterno della vite, attraverso un  
10 segnale di misura senza fili.

Si osservi che la vite definisce un trasmettitore di segnale sotto il controllo  
15 del processore. Tale trasmettitore di segnale è configurato per trasmettere  
il parametro di misura rilevato dall'estensimetro (o da qualsiasi altro  
elemento di rilevazione), attraverso detto segnale di misura senza fili, ad  
un dispositivo di lettura esterno alla vite.

Tale configurazione permette di effettuare la misura dello stato tensionale  
(forza di serraggio) della vite e di acquisire l'esito di tale misura, senza  
effettuare alcun collegamento elettrico e senza nemmeno toccare la vite.

La possibilità di alimentare i componenti elettronici interni alla vite con una  
20 trasmissione di energia elettrica senza contatto permette di ridurre  
l'ingombro dei componenti elettronici stessi alloggiati nella vite, evitando di  
inserire nella vite una batteria. Infatti, l'alimentatore della vite si limita a  
ricevere energia dall'esterno attraverso la bobina e non ha una capacità di  
25 mantenere una carica per lunghi periodi (ore o giorni); a tale proposito si  
consideri che l'energia trasmessa serve ad alimentare l'elettronica solo per  
il tempo limitato della misura e ritrasmissione dei dati .

Ciò rende la vite particolarmente robusta.

Si osservi che l'alimentatore della vite ha una prima e una seconda  
configurazione operativa, rilevabili dal microprocessore.

30 L'alimentatore è nella prima configurazione operativa, in presenza di una  
corrente circolante nella bobina, detta corrente essendo indotta da un

campo magnetico. In tale prima configurazione operativa, l'alimentatore riceve energia elettrica dall'esterno.

L'alimentatore è nella seconda configurazione operativa, in assenza di correnti indotte nella bobina da campi magnetici. In tale seconda configurazione operativa, l'alimentatore non riceve energia elettrica dall'esterno.

Il microprocessore è programmato per effettuare la lettura del valore di forza di serraggio e la trasmissione del segnale di misura senza fili in risposta ad un passaggio dell'alimentatore dalla seconda alla prima configurazione operativa.

In altre parole, un passaggio dell'alimentatore dalla seconda alla prima configurazione operativa comporta una attivazione della lettura del parametro di misura da parte del microprocessore.

In tal modo, si evitano sprechi di energia, perché l'elettronica della vite assorbe energia elettrica solo quando serve, perché si è deciso di verificare lo stato tensionale della vite.

Preferibilmente, il microprocessore è programmato per effettuare la lettura del valore di forza di serraggio quando l'alimentatore è nella prima configurazione operativa. Inoltre, preferibilmente, il microprocessore è programmato per effettuare la trasmissione del segnale di misura senza fili quando l'alimentatore dalla è nella seconda configurazione operativa.

In altre parole, un passaggio dell'alimentatore dalla prima alla seconda configurazione operativa comporta l'attivazione della procedura di trasmissione dei dati acquisiti durante il periodo della prima configurazione. Durante la prima configurazione il microprocessore acquisisce, preferibilmente, una pluralità di misure ed effettua una media delle stesse, così da migliorare la precisione. Preferibilmente, la durata della prima configurazione è maggiore della durata della seconda; ciò perché nella seconda configurazione si ha una diminuzione dell'energia disponibile in quanto l'elettronica (almeno in una delle forme realizzative previste) utilizza soltanto quella precedentemente accumulata.

Per quanto riguarda la trasmissione di energia elettrica all'alimentatore della vite attraverso la bobina, si osservi anche che, preferibilmente, la vite comprende un condensatore collegato in parallelo alla bobina per definire con essa un circuito risonante a una frequenza prestabilita.

5 Ciò rende il trasferimento di energia elettrica particolarmente efficiente.

Per ridurre gli ingombri dell'elettronica interna alla vite, preferibilmente, la bobina è una bobina stampata su un supporto multistrato.

Preferibilmente, l'alimentatore e il microprocessore sono integrati in una scheda elettronica posizionata nell'alloggiamento. In un esempio di realizzazione, la scheda elettronica è posizionata tra la bobina e l'estensimetro, lungo l'asse longitudinale. In un altro esempio di realizzazione, la scheda elettronica è posizionata all'interno della bobina.

La bobina preferibilmente è affacciata all'apertura dell'alloggiamento (ciò riduce il flusso magnetico disperso).

15 In una possibile forma realizzativa, è previsto che la bobina sia integrata nella medesima scheda elettronica comprendente il microprocessore e l'alimentatore, definendo un unico circuito stampato. Ciò consente di ridurre gli ingombri e abbassare i costi di produzione dell'elettronica della vite.

20 In un esempio di realizzazione, la vite comprende un modulo di condizionamento, posizionato nell'alloggiamento e interposto tra l'estensimetro e il microprocessore.

Il modulo di condizionamento comprende altri resistori di valore fisso, cooperanti con l'estensimetro per definire un ponte rilevatore, per esempio un ponte di Wheatstone, così definendo un sensore.

Inoltre, il modulo di condizionamento comprende uno stadio di amplificazione, interposto tra il sensore e il microprocessore. Tale stadio di amplificazione ha la funzione di amplificare il segnale rilevato dal sensore.

Ciò consente una misura particolarmente robusta e precisa del parametro di misura.

30 Per quanto riguarda la generazione del segnale di misura senza fili, si

osservi quanto segue.

Il microprocessore è programmato per generare un segnale di pilotaggio per pilotare il trasmettitore.

In un esempio di realizzazione, il segnale di misura senza fili viene trasmesso attraverso la stessa bobina della vite utilizzata per l'alimentazione, preferibilmente sfruttando detto circuito risonante a detta frequenza prestabilita.

In questo caso, il trasmettitore coopera con l'alimentatore per generare nella bobina, in risposta a detto segnale di pilotaggio ricevuto dal microprocessore, una corrente di trasmissione variabile secondo un andamento rappresentativo del parametro di misura rilevato, per generare detto segnale di misura senza fili per induzione elettromagnetica attraverso la bobina.

In questo caso, la medesima linea di trasmissione senza contatto viene utilizzata per trasferire energia elettrica dall'esterno (dal dispositivo di lettura) alla vite e per trasferire un contenuto informativo (dati relativi al parametro di misura o ad altri parametri rappresentativi di uno stato fisico della vite) dalla vite all'esterno (al dispositivo di lettura), secondo un flusso alternato di potenza/dati.

Pertanto, il microprocessore a bordo della vite è programmato per attivare la trasmissione del segnale di misura in risposta a una interruzione della erogazione di alimentazione all'alimentatore attraverso la bobina.

In un altro esempio di realizzazione, è previsto che il trasmettitore a bordo della vite comprenda un elemento trasmettitore a radiofrequenza o un altro elemento trasmettitore indipendente e autonomo rispetto alla bobina.

In questo caso, il microprocessore è programmato per gestire contemporaneamente un flusso di energia elettrica entrante nella vite nell'alimentatore attraverso la bobina e un flusso di dati uscente dalla vite attraverso il trasmettitore.

Per quanto riguarda l'alimentatore, si osservi che, in un esempio di realizzazione, esso comprende un primo elemento alimentatore, collegato

alla bobina per ricevere una prima corrente di alimentazione e collegato al microprocessore per alimentarlo, e un secondo elemento alimentatore, collegato alla bobina per ricevere una seconda corrente di alimentazione distinta da detta prima corrente di alimentazione e collegato al trasmettitore per alimentarlo. In questo caso è il primo alimentatore ad avere dette prima e una seconda configurazione operativa rilevabili dal microprocessore.

Ciò consente di alimentare separatamente il trasmettitore e i circuiti preposti alla rilevazione del parametro di misura (per esempio modulo di condizionamento ed estensimetro).

In particolare, nell'esempio di realizzazione in cui la vite sfrutta la linea di trasmissione senza contatto definita dalla bobina per trasmettere il segnale di misura, la vite comprende un commutatore interposto tra il secondo elemento alimentatore e la bobina e controllato dal microprocessore mediante un segnale di pilotaggio. Il commutatore coopera con il secondo elemento alimentatore e con la bobina per definire il trasmettitore. Il microprocessore è programmato per pilotare il commutatore per trasmettere alla bobina una corrente di trasmissione variabile secondo un andamento rappresentativo del parametro di misura rilevato, per generare detto segnale di misura senza fili per induzione elettromagnetica attraverso la bobina.

Preferibilmente, il commutatore è mobile, in funzione del segnale di pilotaggio, tra un primo stato operativo, in cui collega la bobina al secondo elemento alimentatore; un secondo stato operativo, in cui collega la bobina a massa; e un terzo stato operativo, in cui disconnette la bobina sia dal secondo elemento alimentatore che dalla massa e la lascia flottante per ricevere energia .

Il microprocessore è programmato per spostare il commutatore tra il secondo e il terzo stato operativo, per generare detta bobina una corrente di trasmissione variabile (per esempio ad onda quadra a detta frequenza prestabilita di risonanza) nella bobina; inoltre, il microprocessore è

programmato per impostare (e mantenere) il commutatore nel terzo stato operativo, quando la bobina trasmette energia elettrica al primo elemento alimentatore (il quale si trova nella prima configurazione operativa).

La presente descrizione mette a disposizione anche un sistema di lettura (senza fili) di una forza di serraggio di una vite applicata a una struttura.

La vite comprende, come descritto sopra, l'elemento di rilevazione (estensimetro o altro), la bobina, l'alimentatore, il microprocessore e il trasmittitore.

Inoltre il sistema comprende un dispositivo di lettura.

Il dispositivo di lettura comprende un ricevitore, una sorgente di energia elettrica, un processore e un avvolgimento.

Il processore (del dispositivo di lettura) è programmato per generare una corrente di alimentazione primaria nell'avvolgimento, atta a generare un campo magnetico e indurre una corrente di alimentazione secondaria nella bobina della vite, quando l'avvolgimento del dispositivo di lettura e la bobina della vite sono avvicinate (per essere magneticamente accoppiate).

In tal modo, il dispositivo di lettura trasmette energia elettrica all'alimentatore della vite attraverso detta linea di trasmissione senza contatto.

Pertanto, di fatto, è il dispositivo di lettura a fungere da sorgente di alimentazione elettrica per la vite, la quale è priva di una propria sorgente di alimentazione elettrica.

Il ricevitore è configurato per rilevare detto segnale di misura senza fili generato dal microprocessore della vite (in cooperazione con il trasmittitore della vite). Il processore del dispositivo di lettura è programmato per elaborare detto segnale di misura senza fili per acquisire il parametro di misura.

Preferibilmente, il dispositivo di lettura ha una porzione tubolare sporgente, ad un'estremità della quale è posizionato l'avvolgimento, in modo che una corrente circolante nell'avvolgimento generi un flusso

magnetico diretto lungo un asse longitudinale dell'avvolgimento, allineabile con l'asse longitudinale della vite.

A tale proposito si osservi che, preferibilmente, il dispositivo di lettura ha una porzione impugnabile per sostenere e posizionare il dispositivo di lettura orientando opportunamente l'avvolgimento.  
5

Inoltre, il dispositivo di lettura è dotato di un pulsante o altro organo di comando per attivare la circolazione di corrente nell'avvolgimento e avviare il processo di lettura.

Pertanto, la presente descrizione mette a disposizione anche un metodo  
10 per leggere una forza di serraggio (ovvero uno stato tensionale) di una vite applicata a una struttura; tale lettura è una lettura statica, cioè è effettuata successivamente ad un serraggio o avvitamento della vite nella struttura; in pratica, la lettura può essere effettuata in qualsiasi momento, anche a distanza di molto tempo dal serraggio della vite.

15 Tale metodo comprende una fase di rilevazione di un parametro di misura rappresentativo della forza di serraggio della vite (ovvero dello stato tensionale della vite), mediante un estensimetro o un altro elemento di rilevazione alloggiato in una cava (per esempio longitudinale) ricavata nella vite (per esempio nel gambo della vite).

20 Il metodo comprende anche una fase di predisposizione di un dispositivo di lettura. Il dispositivo di lettura ha un ricevitore, una sorgente di energia elettrica, un processore e un avvolgimento elettrico.

Il metodo comprende anche una fase di predisposizione di una bobina, un alimentatore, di un microprocessore e di un trasmettitore, posizionati in un  
25 alloggiamento ricavato nella vite (per esempio nella testa della vite).

Il metodo comprende una fase di posizionamento reciproco tra il dispositivo di lettura e la vite, per permettere un accoppiamento magnetico tra l'avvolgimento del dispositivo di lettura e la bobina della vite (in modo che definiscano il primario e il secondario di un trasformatore). In pratica,  
30 tale fase prevede un avvicinamento del dispositivo di lettura alla vite, finché l'avvolgimento del dispositivo di lettura non è magneticamente

accoppiato alla bobina della vite.

Successivamente, interviene una fase di alimentazione elettrica dell'alimentatore e del microprocessore della vite, trasmettendo energia elettrica dal dispositivo di lettura, attraverso la linea di trasmissione senza contatto definita dall'avvolgimento del dispositivo di lettura magneticamente accoppiato alla bobina della vite.

Successivamente, è prevista una fase di acquisizione, da parte del microprocessore della vite, del parametro di misura rilevato dall'estensimetro.

10 Successivamente, è prevista una fase di trasmissione di detto parametro di misura al ricevitore del dispositivo di lettura, da parte del microprocessore della vite, attraverso un segnale di misura senza fili.

Il segnale di misura senza fili viene ricevuto ed elaborato dal processore del dispositivo di lettura, per acquisire il parametro di misura e renderlo disponibile all'utilizzatore del dispositivo di lettura stesso.

15 Preferibilmente, la fase di acquisizione del parametro di misura rilevato dall'estensimetro viene iniziata dal microprocessore della vite in risposta ad una rilevazione, da parte del microprocessore stesso, di detta fase di alimentazione elettrica; tale rilevazione viene rilevata per esempio sentendo un passaggio dell'alimentatore (ovvero del primo elemento alimentatore) dalla prima alla seconda configurazione operativa.

20 Per quanto riguarda la fase di trasmissione del parametro di misura attraverso il segnale di misura senza fili, dal microprocessore della vite al dispositivo di lettura, sono previste almeno due forme realizzative.

25 In una prima forma realizzativa, la trasmissione del parametro di misura (ovvero del segnale di misura) viene effettuata attraverso la medesima linea di trasmissione senza contatto definita dall'avvolgimento del dispositivo di lettura magneticamente accoppiato alla bobina della vite (e utilizzata anche per l'alimentazione della vite), durante una sospensione della fase di alimentazione elettrica dell'alimentatore e del

30 microprocessore della vite da parte del dispositivo di lettura.

In una seconda forma realizzativa, la trasmissione del parametro di misura (ovvero del segnale di misura) viene effettuata attraverso una ulteriore linea di trasmissione senza contatto (distinta e/o indipendente dalla linea di trasmissione senza contatto utilizzata per l'alimentazione dell'elettronica della vite), in almeno parziale sovrapposizione temporale rispetto alla fase di alimentazione elettrica dell'alimentatore e del microprocessore della vite da parte del dispositivo di lettura.

Si osservi che la presente descrizione mette a disposizione anche un metodo di lavorazione di una vite, per predisporla ad una lettura di una forza di serraggio (ovvero di uno stato tensionale) della vite in qualsiasi momento dopo che è stata applicata ad una struttura.

Il metodo comprende una fase di inserimento e stabile connessione di un estensimetro, preposto a rilevare un parametro di misura rappresentativo di una forza di serraggio della vite, in una cava all'interno della vite; per esempio in una cava longitudinale ricavata nel gambo della vite.

Inoltre, il metodo prevede di ricavare un alloggiamento nella vite (oltre alla cava per l'estensimetro), in cui inserire componenti elettrici ed elettronici.

Per esempio, è previsto di ricavare tale alloggiamento per asportazione di materiale, per esempio nella testa della vite.

Preferibilmente, detto alloggiamento è accessibile dall'esterno longitudinalmente, da un verso opposto al gambo; in altre parole, l'alloggiamento è ricavato nella sommità della testa della vite.

Il metodo prevede di posizionare nell'alloggiamento la bobina, l'alimentatore, il trasmettitore e il microprocessore; in pratica, si procede ad inserire una scheda elettronica che integra l'alimentatore, trasmettitore e microprocessore e la bobina (la quale potrebbe essere integrata anch'essa nella scheda, perché preferibilmente è stampata, preferibilmente su un supporto multistrato).

Il metodo comprende una fase di interconnessione elettrica dei componenti elettrici ed elettronici presenti a bordo della vite; in particolare, si procede alla connessione elettrica della bobina all'alimentatore,

dell'alimentatore al microprocessore e all'estensimetro, e del microprocessore all'estensimetro.

Inoltre, il metodo comprende una fase di programmazione del microprocessore. In particolare, il microprocessore viene programmato con istruzioni configurate per trasmettere detto parametro di misura all'esterno della vite, attraverso un segnale di misura senza fili (pilotando il trasmittitore).

Si osservi che la presente descrizione mette a disposizione anche un dispositivo di lettura senza fili di una forza di serraggio di una vite applicata a una struttura.

Il dispositivo di lettura comprende ricevitore, una sorgente di energia elettrica, un processore e un avvolgimento, secondo uno o più degli aspetti descritti nella presente descrizione.

Per quanto riguarda la sorgente di energia elettrica, è previsto che il dispositivo di lettura comprenda una batteria e/o una unità di alimentazione collegabile ad una rete di distribuzione di energia elettrica.

Questa ed altre caratteristiche risulteranno maggiormente evidenziate dalla descrizione seguente di una preferita forma realizzativa, illustrata a puro titolo esemplificativo e non limitativo nelle unità tavole di disegno, in cui:

- la figura 1 illustra una vite secondo il presente trovato, in una vista esplosa parzialmente sezionata;
- la figura 2 illustra un sistema di lettura di una forza di serraggio di una vite, comprendente la vite di figura 1 e un dispositivo di lettura;
- la figura 3 illustra la vite di figura 1, in vista sezionata secondo un piano longitudinale;
- la figura 4 illustra il sistema di figura 2, in cui della vite viene raffigurato, schematicamente, un circuito di misura;
- la figura 5 illustra il circuito di misura di figura 4, in maggiore dettaglio;
- la figura 6 illustra uno schema funzionale di una unità di condizionamento, facente parte del circuito di figura 5;

- la figura 7 illustra uno schema funzionale di alimentatore, facente parte del circuito di figura 5;
- la figura 8 illustra uno schema funzionale del dispositivo di lettura di figura 2.

5 Nelle figure, si è indicata con 1 una vite secondo il presente trovato.  
La vite 1 ha un gambo 101 e una testa 102. Il gambo 101 è filettato. La testa 102 è conformata in modo da essere impegnata da uno strumento di serraggio (o avvitamento), quale ad esempio una chiave o una pinza o altro.

10 Si osservi che la vite 1 costituisce un bullone (quando accoppiata a un dado), per cui la presente descrizione, effettuata per una vite, vale anche per un bullone.  
La vite 1 definisce un asse 103 longitudinale.  
Il gambo 101 è allungato lungo l'asse 103 longitudinale.

15 La vite definisce internamente una cava 104. Preferibilmente, la cava 104 è allungata nella direzione longitudinale (parallelamente all'asse 103 longitudinale). Preferibilmente, la cava 104 è disposta lungo l'asse 103 longitudinale.  
Nell'esempio illustrato, la cava 104 è accessibile da una sommità 105 della testa 102, la quale sommità 105 costituisce una estremità della vite 1 opposta al gambo 101.  
Preferibilmente, la cava 104 è posizionata, per almeno una parte della propria estensione, all'interno del gambo 101.

20 La vite 1 comprende un elemento di rilevazione, configurato per rilevare un parametro di misura rappresentativo di uno stato tensionale della vite (e quindi rappresentativo di una forza di serraggio della vite).  
L'elemento di rilevazione è posizionato nella cava 104. Preferibilmente, l'elemento di rilevazione è un estensimetro 106; nel seguito della descrizione, per comodità di esposizione e senza perdere di generalità, si farà riferimento all'estensimetro 106.

25 L'estensimetro 106 è collegato ad un corpo della vite (per esempio è

incollato), ed è configurato per variare una propria lunghezza in funzione della lunghezza della vite 1, con particolare riferimento al gambo 101 della vite 1. Dunque, preferibilmente, l'estensimetro 106 è posizionato nella cava 105 all'interno del gambo 101 della vite 1.

5 L'estensimetro 106, secondo una tecnologia di per se stessa nota, è configurato per generare un segnale elettrico rappresentativo di una propria elongazione, ovvero lunghezza, quando viene attraversato da una corrente; per esempio l'estensimetro 106 comprende un filo conduttore elettrico avente uno sviluppo longitudinale, il quale varia la propria resistenza in funzione della lunghezza dell'estensimetro stesso e quindi della vite a cui è fissato.  
10

La vite 1 definisce un alloggiamento 107. Per esempio, l'alloggiamento 107 è costituito da un foro cieco accessibile dall'esterno della vite.

15 L'alloggiamento 107 (o almeno una parte di esso) è preferibilmente ricavato nella testa 102 della vite 1.

In un esempio di realizzazione, l'alloggiamento 107 è posizionato lungo l'asse 103 longitudinale; preferibilmente, l'alloggiamento 107 è allineato longitudinalmente alla cava 104 e pertanto definisce un prolungamento della cava 104 stessa fino alla sommità 105 della testa 102 della vite 1.

20 La vite 1 comprende anche un gruppo 2 di misura, posizionato all'interno della vite e ivi connesso; il gruppo 2 di misura è preferibilmente posizionato nell'alloggiamento 107.

Il gruppo 2 di misura comprende una bobina 3. La bobina 3 è atta a generare un campo magnetico quando viene attraversata da una corrente elettrica. La bobina 3 definisce almeno una spira, preferibilmente una pluralità di spire.  
25

Si osservi che l'estensimetro 106, da un punto di vista funzionale, fa parte del gruppo 2 di misura.

Preferibilmente, la bobina 3 è posizionata nell'alloggiamento 107 e circonda l'asse 103 longitudinale.  
30

In un esempio di realizzazione, la bobina 3 è una bobina stampata su un

supporto multistrato.

Inoltre, il gruppo 2 di misura comprende un alimentatore 4. L'alimentatore 4 è un apparecchio elettronico preposto a ricevere energia elettrica, immagazzinarla temporaneamente e rilasciarla per alimentare un carico.

Si osservi che la vite 1 non comprende batterie o altri dispositivi atti a generare energia elettrica per tempi lunghi senza essere a propria volta alimentati.

L'alimentatore 4 è configurato per immagazzinare energia elettrica ed alimentare il carico, senza essere alimentato, per un intervallo di tempo, in un cui detto intervallo di tempo è preferibilmente non superiore (inferiore) a 10 500 ms; più preferibilmente non superiore a 100 ms (ciò per contenere l'ingombro dell'alimentatore). Inoltre, si osservi che l'alimentatore 4 è configurato per erogare una corrente che, preferibilmente, è maggiore di 5 mA, più preferibilmente maggiore di 7 mA; per esempio è una corrente compresa tra 7 e 8 mA.

Il gruppo 2 di misura comprende anche un microprocessore 5.

Preferibilmente, il microprocessore 5 ha una memoria. Il microprocessore potrebbe essere realizzato anche mediante una logica tipo FPGA (Field Programmable Gate Arrays) o tecnologie simili, che svolgono la stessa funzione in modo ripetitivo. In un esempio di realizzazione, il microprocessore ha una prima, una seconda e una terza memoria. La prima memoria è una memoria (FLASH) dove è caricato un programma di lavoro, in sostanza la sequenza di istruzioni che dovrà eseguire quando viene alimentato. La seconda memoria (RAM) è configurata per svolgere elaborazioni ad alta velocità. La terza memoria è una memoria (per esempio di tipo EEPROM) dove caricare i dati che possono servire durante l'elaborazione. La terza memoria mantiene, come la prima memoria, i dati anche a microprocessore spento (memoria non volatile). La terza memoria contiene, per esempio, un numero progressivo che identifica il lotto di produzione leggibile assieme al valore di tensione meccanica misurata, il valore di tensione nominale al quale deve essere

sottoposta la vite, eventuali valori di massimo e minimo che sempre all'atto della misura possono indirizzare l'operatore ad intervenire sulla vite per ripristinare il corretto valore o addirittura procedere alla sostituzione.

5 Inoltre, il gruppo 2 di misura definisce un trasmettitore; tale trasmettitore è un insieme di elementi elettrici o elettronici configurato per generare un segnale senza fili per una trasmissione del segnale senza fili all'esterno della vite 1.

In un esempio di realizzazione, l'alimentatore 4 e il microprocessore 5 (e il trasmettitore) sono integrati in una scheda 201 elettronica.

10 Preferibilmente, la scheda 201 elettronica è un scheda multistrato con montaggio dei componenti su entrambi i lati (superiore e inferiore).

È previsto, in una forma di realizzazione, che anche la bobina 3 sia integrata nella scheda elettronica 201.

La scheda elettronica 201 è posizionata nell'alloggiamento 107.

15 Preferibilmente, la scheda elettronica 201 è posizionata al di sotto o all'interno della bobina 3. La bobina 3 è posizionata nell'alloggiamento 107 all'estremità della vite 1 (ovvero alla sommità 105 della testa 102).

Dunque, l'alimentatore 4 e il microprocessore 5 e il trasmettitore sono nell'alloggiamento 107.

20 L'alimentatore 4 è collegato alla bobina 3, per ricevere energia elettrica (dalla bobina 3) per induzione elettromagnetica attraverso una linea 7 di trasmissione senza contatto.

Inoltre, l'alimentatore 4 è collegato al microprocessore 5 per alimentarlo.

25 Preferibilmente, l'alimentatore 4 è collegato anche all'estensimetro 106 per alimentarlo elettricamente.

Il microprocessore 5 è collegato all'estensimetro 106 per ricevere il parametro di misura rilevato dall'estensimetro 106.

Inoltre, il microprocessore 5 è collegato al trasmettitore per trasmettere il parametro di misura all'esterno della vite, attraverso un segnale di misura senza fili.

30 La vite 1 comprende anche un modulo 6 di condizionamento. Il modulo 6

di condizionamento è un'apparecchiatura elettronica o un insieme di componenti elettronici configurati per elaborare e/o condizionare un segnale.

Il modulo 6 di condizionamento fa parte del gruppo 2 di misura e, 5 preferibilmente, è integrato nella scheda 201 elettronica.

Il modulo 6 di condizionamento è posizionato nell'alloggiamento 107.

Dal punto di vista funzionale, ovvero di una connessione elettrica, il modulo 6 di condizionamento è (operativamente) interposto tra l'estensimetro 106 e il microprocessore 5.

10 Il modulo 6 di condizionamento ha un circuito (il quale definisce un sensore, ovvero un mezzo rilevatore), cooperante con l'estensimetro 106 per rilevare il parametro di misura. In un esempio di realizzazione, detto circuito è un ponte 601 rilevatore, di cui l'estensimetro 106 è un lato; preferibilmente, detto ponte 601 rilevatore è un ponte di Wheatston.

15 Inoltre, il modulo 6 di condizionamento ha uno stadio 602 di amplificazione interposto tra il sensore (nell'esempio sopra descritto il ponte 601 rilevatore ) e il microprocessore 5.

In un esempio di realizzazione, lo stadio 602 di amplificazione del modulo 6 di condizionamento comprende uno elemento 603 di amplificazione (per

20 esempio un amplificatore di guadagno variabile), preposto ad amplificare un segnale analogico, e un convertitore 604 analogico digitale.

Nelle figure, con 605 si è indicato un regolatore di tensione o stabilizzatore.

Per quanto riguarda l'alimentatore 4, si osservi ulteriormente quanto segue.

25 In un esempio di realizzazione, l'alimentatore 4 comprende un condensatore (non illustrato), collegato alla bobina 3 per definire con essa un circuito risonante a una frequenza prestabilita. Preferibilmente, il condensatore è collegato alla bobina 3 in parallelo (per definire un circuito risonante parallelo).

30 In un esempio di realizzazione, l'alimentatore 4 comprende un primo

elemento 401 alimentatore e un secondo elemento 402 alimentatore. Detti primo elemento 401 alimentatore e secondo elemento 402 alimentatore sono elettricamente in parallelo e sono atti a funzionare in modo indipendente l'uno dall'altro.

5 Il primo elemento 401 alimentatore è collegato alla bobina 3 per ricevere una prima corrente di alimentazione. Inoltre, il primo elemento 401 alimentatore è collegato al microprocessore 5 per alimentarlo.

Il secondo elemento 402 alimentatore è collegato alla bobina 3 per ricevere una seconda corrente di alimentazione. Preferibilmente, detta seconda corrente di alimentazione è distinta da detta prima corrente di alimentazione. In un esempio di realizzazione, la bobina 3 è collegata a detti primo elemento 401 alimentatore e secondo elemento 402 alimentatore attraverso un elemento 403 partitore (di corrente), per esempio un partitore a diodi.

10 15 In un esempio di realizzazione, il secondo elemento 402 alimentatore è collegato alla bobina 3 attraverso un commutatore 404. Il commutatore 404 è atto a generare un'onda quadra, da alimentare alla bobina 3.

Il commutatore 404 coopera con il secondo elemento 402 alimentatore per definire il trasmettitore. Infatti, il commutatore 404 ha la funzione di generare e far circolare nella (ovvero trasmettere alla) bobina 3 una corrente di trasmissione variabile (per esempio un'onda quadra).

20 25 Tale corrente di trasmissione è variabile secondo un andamento rappresentativo del parametro di misura rilevato, per generare detto segnale di misura senza fili per induzione elettromagnetica attraverso la bobina.

L'andamento della corrente di trasmissione generato dal commutatore 404 è determinato da una corrente di pilotaggio generata dal microprocessore 5 e trasmessa al commutatore 404 stesso.

Infatti, il microprocessore 5 è collegato al commutatore 404 per pilotarlo attraverso il segnale di pilotaggio.

Pertanto, nella forma realizzativa illustrata, l'alimentatore 4 definisce,

insieme al processore 5 e alla bobina 3, il trasmettitore. In alternativa (o in aggiunta), è previsto che il gruppo di misura 2 (ovvero la vite 1) comprenda un trasmettitore indipendente dalla bobina 3, per esempio un trasmettitore a radio frequenza di tipo di per se stesso noto.

5 Più in generale, per la trasmissione del segnale di misura da gruppo 2 di misura della vite 1 all'esterno, è previsto di poter utilizzare diverse soluzioni tecniche.

Una possibile soluzione prevede una trasmissione ottica (trasmettitore ottico); ma tale sistema potrebbe manifestare una certa sensibilità agli 10 inquinanti, quali polvere e olio per esempio.

Un'altra soluzione prevista prevede di impiegare un trasmettitore di onde elettromagnetiche sulle frequenze tipiche dell'RFID, come 13,6 MHz oppure frequenze ancora superiori quali le bande ISM (industrial scientific medical), quali ad esempio 433 MHz, 868 MHz, 2,4 GHz (valori di centro 15 banda esemplificativi).

Tornando alla soluzione in cui la bobina 3 viene utilizzata sia per alimentare il gruppo 2 di misura che per trasferire il segnale di misura, si osservi ulteriormente quanto segue.

L'alimentatore 4 ha una prima e una seconda configurazione operativa, a 20 seconda che riceva potenza elettrica dall'esterno oppure no; in altre parole, l'alimentatore 4 è nella prima configurazione operativa in presenza di una corrente circolante nella bobina 3 (indotta da un campo magnetico), ed è nella seconda configurazione operativa in assenza di correnti indotte nella bobina 3 da campi magnetici.

25 Il microprocessore 5 è configurato per rilevare ovvero sentire la configurazione operativa dell'alimentatore 4. Il microprocessore 5 è programmato per effettuare la lettura del parametro di misura (e di conseguenza, successivamente, la trasmissione del segnale di misura senza fili), in risposta ad un passaggio dell'alimentatore dalla seconda alla prima configurazione operativa.

In pratica, l'alimentatore 4 definisce un circuito di controllo della bobina 3;

tale circuito di controllo della bobina 3 è predisposto a ricevere (durante una procedura di lettura del parametro di misura della vite 1) energia elettrica indotta dall'esterno, in particolare da un dispositivo 8 di lettura, tramite un campo magnetico che si accoppia con la bobina 3.

5 Ad intervalli prestabiliti, la trasmissione dell'energia è volutamente interrotta, così che la vite con l'energia immagazzinata possa ritrasmettere indietro il parametro di misura rilevato.

Il microprocessore 5 della vite 1, pertanto, sente ovvero rileva una condizione in cui la tensione di alimentazione, presente nell'alimentatore 10 4, decresce, derivando così che il dispositivo 8 di lettura, in quell'istante, non sta più inviando energia. Dopo un tempo, anch'esso prestabilito, la vite 1 invia indietro l'informazione di tensione meccanica alla quale è sottoposta la vite, tramite il segnale di misura.

L'energia che arriva dalla bobina 3 raggiunge due condensatori separati 15 (ovvero detti primo e secondo elemento alimentatore 401 e 402, che costituiscono due serbatoi di energia elettrica separati), che si caricano in modo indipendente. Il microprocessore 5, quando c'è interruzione dell'alimentazione da parte del dispositivo 8 di lettura, controlla, tramite comandi digitali (per esempio interruttori a transistori mosfet) configurati 20 per generare il segnale di pilotaggio del commutatore 404, la commutazione sulla bobina 3 dell'energia accumulata nel secondo elemento 402 alimentatore, per effettuare la trasmissione del segnale di misura attraverso la bobina 3. Pertanto, in tale esempio di realizzazione, la vite 1 determina la trasmissione all'esterno (al dispositivo 8 di lettura) del 25 parametro di misura in formato digitale (impulsi di corrente sulla bobina 3 che generano un campo magnetico concatenato con un avvolgimento 801 del dispositivo 8 di lettura).

Ciò garantisce energia al microprocessore durante la fase di trasmissione 30 del segnale di misura, la quale comporta comunque un calo progressivo dell'energia accumulata nel secondo elemento 402 alimentatore, e permette di utilizzare la medesima linea 7 di trasmissione senza fili, sia per

alimentare il gruppo 2 di misura della vite 1 che per trasmettere dalla vite 1 all'esterno il segnale di misura.

Il commutatore 404 è visualizzato schematicamente come un singolo interruttore, ma, preferibilmente, viene realizzato mediante una pluralità di interruttori, per esempio transistori mosfet.

In ogni caso, preferibilmente, il commutatore 404 è mobile, in funzione del segnale di pilotaggio, tra un primo stato operativo, in cui collega la bobina al secondo elemento alimentatore, un secondo stato operativo, in cui collega la bobina a massa, e un terzo stato operativo, in cui disconnette la bobina sia dal secondo elemento alimentatore che dalla massa e la lascia flottante. Nella fase di alimentazione del gruppo 2 di misura dall'esterno, il commutatore 404 è mantenuto dal processore 5 nel terzo stato operativo; i primi due stati operativi servono invece per generare il segnale ad onda quadra da far circolare nella bobina per generare il segnale di misura da trasmettere.

Pertanto, la presente descrizione mette a disposizione anche un sistema di lettura senza fili di una forza di serraggio di una vite 1 applicata a una struttura, comprendente la vite 1 e il dispositivo 8 di lettura.

Dunque, la presente descrizione mette a disposizione anche il dispositivo 8 di lettura, per il quale ci si riserva di richiedere protezione autonoma rispetto alla vite 1.

Il dispositivo 8 di lettura comprende l'avvolgimento 801, preposto a generare un campo magnetico quando attraversato da una corrente. In parallelo (o, alternativamente, in serie) all'avvolgimento 801 è presente una capacità 807, preposta a definire con l'avvolgimento 801 un circuito risonante a detta frequenza prestabilita.

Inoltre, il dispositivo 8 di lettura comprende un ricevitore 802, una sorgente 803 di energia elettrica e un processore 804.

Il processore 804 è programmato per generare una corrente di alimentazione primaria nell'avvolgimento 801, atta a generare un campo magnetico e indurre una corrente di alimentazione secondaria nella bobina

- 3 della vite 1. In tal modo, è possibile trasmettere energia elettrica all'alimentatore 4 della vite 1 attraverso la linea 7 di trasmissione senza contatto. In un esempio di realizzazione, il trasferimento di energia avviene tramite un elemento 806 generatore, collegato al processore 804 e all'avvolgimento 801 e ivi interporto. Per esempio, tale elemento 806 generatore è un ponte ad "H" (DMOS Full Bridge); tale ponte ad "H", opportunamente controllato dal processore 804, invia una corrente alternata all'avvolgimento 801 alla frequenza prestabilita di risonanza, della bobina 3 della vite.
- 10 Il ricevitore 802 è configurato per rilevare detto segnale di misura senza fili generato dal microprocessore 5 della vite 1. Il processore 804 è programmato per elaborare detto segnale di misura senza fili per acquisire il parametro di misura.
- 15 Il dispositivo 8 di lettura comprende anche una memoria per memorizzare i dati acquisiti (attraverso il ricevitore 802 e il processore 804).
- In un esempio di realizzazione, il dispositivo 8 di lettura comprende anche un pulsante 805, collegato al processore 804 per comandare manualmente l'alimentazione dell'avvolgimento 801.
- 20 Preferibilmente, il dispositivo 8 di lettura ha una impugnatura 808 impugnabile dall'utilizzatore con una mano, per manipolare e orientare il dispositivo 8 di lettura. Preferibilmente, il pulsante 805 è posizionato in modo da essere attivabile dalla stessa mano che tiene l'impugnatura 808.
- Inoltre, preferibilmente, il dispositivo 8 di lettura ha uno schermo 807 visualizzatore, per visualizzare i dati acquisiti.
- 25 La presente descrizione mette a disposizione anche un metodo di lettura di una forza di serraggio (ovvero di uno stato tensionale, ovvero di una tensione di trazione) di una vite applicata a una struttura.
- Operativamente, il metodo prevede le seguenti fasi.
- 30 Un dispositivo 8 di lettura viene posizionato con una propria porzione allineata all'asse 103 longitudinale della vite 1. In particolare, il dispositivo 8 di lettura viene posizionato con il proprio avvolgimento 801 affacciato (e

coassiale rispetto all'asse 103 longitudinale della vite 1) rispetto alla bobina 3 della vite 1.

Il dispositivo 8 di lettura viene attivato (per esempio agendo sul pulsante 805) per generare una corrente circolante nell'avvolgimento 801.

5 Preferibilmente, tale corrente circola in un circuito risonante definito dall'avvolgimento 801. Detta corrente è variabile (per esempio ad onda quadra), preferibilmente alla frequenza di risonanza di tale circuito risonante.

Pertanto, la corrente che circola nell'avvolgimento 801 del dispositivo 8 di 10 lettura induce per accoppiamento magnetico una corrispondente corrente nella bobina 3 della vite, così alimentando l'alimentatore 4 della vite 1.

Ciò determina un passaggio dell'alimentatore 4 dalla seconda alla prima configurazione operativa.

Il processore 5 della vite viene alimentato dall'alimentatore 4; inoltre, 15 preferibilmente, il processore 5 sente che l'alimentatore 4 è passato dalla seconda alla prima configurazione operativa.

In un esempio di realizzazione, anche il modulo condizionamento 6 viene alimentato dall'alimentatore 4 e l'estensimetro 106 viene percorso da corrente (più in generale il ponte 601 rilevatore viene percorso da 20 corrente).

Il processore (preferibilmente in risposta alla rilevazione di detto passaggio dell'alimentatore 4 dalla seconda alla prima configurazione operativa) acquisisce il parametro di misura (per esempio il valore di resistenza fornito dal ponte 601 rilevatore o un dato elaborato a partire da detto 25 valore).

Il processore 5 comanda il trasmettitore della vite per trasmettere detto parametro di misura all'esterno, preferibilmente al dispositivo 8 di lettura.

In un esempio di realizzazione, il processore 5 rileva un passaggio 30 dell'alimentatore 4 dalla prima alla seconda configurazione operativa 8 determinato da una interruzione di alimentazione da parte del dispositivo 8 di lettura) e, in conseguenza ovvero risposta a tale rilevazione, pilota il

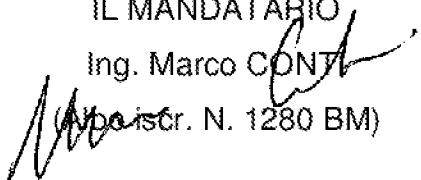
commutatore 404 alimentato dall'alimentatore 4 per generare una corrente elettrica variabile nella bobina 3, la quale corrente (per esempio un'onda quadra alla frequenza prestabilita di risonanza) è rappresentativa del parametro di misura.

5 In tal modo, la vite 1 genera un segnale di misura senza fili, che viene rilevato dal ricevitore 802 del dispositivo 8 di lettura, mediante una corrente indotta nell'avvolgimento 801 del dispositivo 8 di lettura magneticamente accoppiato alla bobina 3 della vite 1.

Il dispositivo 8 di lettura acquisisce il parametro di misura elaborando il  
10 segnale di misura ricevuto dalla vite 1, e lo memorizza e/o lo visualizza nel proprio schermo 807.

IL MANDATARIO

Ing. Marco CONTI

  
(Albo iscr. N. 1280 BM)

## RIVENDICAZIONI

1. Vite (1) comprendente:

- un gambo (101) filettato, allungato lungo un asse (103) longitudinale;
- una testa (102) impegnabile da uno strumento di serraggio per stringere la vite;
- un estensimetro (106) connesso al gambo (101), per rilevare un parametro di misura rappresentativo di una forza di serraggio della vite, **caratterizzata dal fatto** che comprende una bobina (3), un alimentatore (4), un microprocessore (5) e un trasmettitore posizionati in un alloggiamento (104) ricavato nella testa (102), in cui l'alimentatore (4) è collegato alla bobina (3), per ricevere energia elettrica per induzione elettromagnetica attraverso una linea (7) di trasmissione senza contatto, ed è collegato al microprocessore (5) e all'estensimetro (106) per alimentarli elettricamente, e in cui il microprocessore (5) è collegato all'estensimetro (106) per ricevere il parametro di misura rilevato dall'estensimetro ed è collegato al trasmettitore per trasmettere detto parametro di misura all'esterno della vite, attraverso un segnale di misura senza fili.

2. Vite secondo la rivendicazione 1, in cui la bobina (3) è una bobina stampata su un supporto multistrato.

3. Vite secondo la rivendicazione 1 o la 2, in cui l'alimentatore (4) e il microprocessore (5) sono integrati in una scheda (201) elettronica che è posizionata tra la bobina (3) e l'estensimetro (106), lungo l'asse (103) longitudinale.

4. Vite secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, comprendente un modulo (6) di condizionamento, posizionato in detto alloggiamento (107), interposto tra l'estensimetro (106) e il microprocessore (5), e avente un circuito cooperante con l'estensimetro (106) per definire un ponte (601) rilevatore, e uno stadio (602) di amplificazione interposto tra il sensore e il microprocessore (5).

5. Vite secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti,

comprendente un condensatore collegato in parallelo alla bobina (3) per definire con essa un circuito risonante a una frequenza prestabilita.

6. Vite secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui l'alimentatore (4) ha una prima e una seconda configurazione operativa, 5 l'alimentatore (4) essendo nella prima configurazione operativa in presenza di una corrente circolante nella bobina (3) indotta da un campo magnetico, e nella seconda configurazione operativa in assenza di correnti indotte nella bobina (3) da campi magnetici, e in cui il microprocessore (5) è programmato per effettuare la lettura del valore di forza di serraggio e la 10 trasmissione del segnale di misura senza fili in risposta ad un passaggio dell'alimentatore (4) dalla seconda alla prima configurazione operativa.
7. Vite secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui il 15 microprocessore (5) è programmato per generare un segnale di pilotaggio per pilotare il trasmettitore, e in cui il trasmettitore è configurato per generare nella bobina (3), in risposta a detto segnale di pilotaggio ricevuto dal microprocessore (5), una corrente di trasmissione variabile secondo un andamento rappresentativo del parametro di misura rilevato, per generare detto segnale di misura senza fili per induzione elettromagnetica attraverso la bobina (3).
- 20 8. Vite secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui l'alimentatore (4) comprende:
- un primo elemento (401) alimentatore, collegato alla bobina (3) per ricevere una prima corrente di alimentazione e collegato al microprocessore (5) per alimentarlo;
  - un secondo elemento (402) alimentatore, collegato alla bobina (3) per ricevere una seconda corrente di alimentazione distinta da detta prima corrente di alimentazione e collegato alla bobina (3) attraverso un commutatore (404), cooperante con il secondo elemento (402) alimentatore per definire il trasmettitore, per trasmettere alla bobina (3) 25 una corrente di trasmissione variabile secondo un andamento rappresentativo del parametro di misura rilevato, per generare detto 30

segnale di misura senza fili per induzione elettromagnetica attraverso la bobina (3),

in cui il microprocessore (5) è collegato al commutatore (404) per pilotarlo attraverso un segnale di pilotaggio.

5 9. Vite secondo la rivendicazione 8, in cui il commutatore (404) è mobile, in funzione del segnale di pilotaggio, tra:

- un primo stato operativo, in cui collega la bobina (3) al secondo elemento (401) alimentatore;

- un secondo stato operativo, in cui collega la bobina (3) a massa;

10 10. - un terzo stato operativo, in cui disconnette la bobina (3) sia dal secondo elemento (402) alimentatore che dalla massa e la lascia flottante.

10. Sistema di lettura senza fili di una forza di serraggio di una vite (1) applicata a una struttura, comprendente:

- un estensimetro (106) connesso ad un gambo della vite (1), configurato per rilevare un parametro di misura rappresentativo di una forza di serraggio della vite;

- una bobina (3), un alimentatore (4), un microprocessore (5) e un trasmettitore posizionati in un alloggiamento (107) ricavato nella vite (1), in cui l'alimentatore (4) è collegato alla bobina (3) per ricevere energia elettrica e al microprocessore (5) e all'estensimetro (106) per alimentarli elettricamente, e in cui il microprocessore (5) è collegato all'estensimetro (106) per ricevere il parametro di misura rilevato dall'estensimetro ed è collegato al trasmettitore per trasmettere detto parametro all'esterno della vite (1), attraverso un segnale di misura senza fili;

- un dispositivo (8) di lettura, avente un ricevitore (802), una sorgente (803) di energia elettrica, un processore (804) e un avvolgimento (801), in cui il processore (804) è programmato per generare una corrente di alimentazione primaria nell'avvolgimento (801), atta a generare un campo magnetico e indurre una corrente di alimentazione secondaria nella bobina (3) della vite (1), così trasmettendo energia elettrica all'alimentatore (4) della vite (1) attraverso una linea (7) di trasmissione senza contatto, e in

cui il ricevitore (802) è configurato per rilevare detto segnale di misura senza fili generato dal microprocessore (5) della vite (1) e il processore (804) del dispositivo (8) di lettura è programmata per elaborare detto segnale di misura senza fili per acquisire il parametro di misura.

5       **11.** Metodo di lettura di una forza di serraggio di una vite (1) applicata a una struttura, comprendente una fase di rilevazione di un parametro di misura rappresentativo di una forza di serraggio della vite, mediante un estensimetro (106) connesso a un gambo (101) della vite (1),

**caratterizzato dal fatto** di comprendere le seguenti fasi:

10      - predisposizione di un dispositivo (8) di lettura, avente un ricevitore (802), una sorgente (803) di energia elettrica, un processore (804) e un avvolgimento (801);

- predisposizione, in un alloggiamento (107) ricavato nella vite (1), di una bobina (3), un alimentatore (4), un microprocessore (5) e un trasmettitore;

15      - avvicinamento del dispositivo (8) di lettura alla vite (1) finché l'avvolgimento (801) del dispositivo (8) di lettura non è magneticamente accoppiato alla bobina (3) della vite (1);

- alimentazione elettrica dell'alimentatore (4) e del microprocessore (5) della vite (1), trasmettendo energia elettrica dal dispositivo (8) di lettura,

20      attraverso una linea di trasmissione senza contatto definita dall'avvolgimento (801) del dispositivo (8) di lettura magneticamente accoppiato alla bobina (3) della vite (1);

- acquisizione, da parte del microprocessore (5) della vite, del parametro di misura rilevato dall'estensimetro (106);

25      - trasmissione di detto parametro di misura al ricevitore (802) del dispositivo (8) di lettura attraverso un segnale di misura senza fili, da parte del trasmettitore della vite (1) pilotato dal microprocessore (5);

- elaborazione del segnale di misura senza fili da parte del processore (804) del dispositivo (8) di lettura, per acquisire il parametro di misura.

30      **12.** Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui la fase di acquisizione del parametro di misura rilevato dall'estensimetro (106) viene iniziata dal

microprocessore (5) della vite (1) in risposta ad una rilevazione, da parte del microprocessore stesso, di detta fase di alimentazione elettrica.

13. Metodo secondo la rivendicazione 11 o la 12, in cui la fase di trasmissione del parametro di misura attraverso un segnale di misura senza fili, dal microprocessore (5) della vite (1) al dispositivo di lettura (8), avviene, alternativamente:

- i) attraverso detta linea (7) di trasmissione senza contatto definita dall'avvolgimento (801) del dispositivo (8) di lettura magneticamente accoppiato alla bobina (3) della vite (1), durante una sospensione della fase di alimentazione elettrica dell'alimentatore (4) della vite (1) da parte del dispositivo (5) di lettura;
- ii) attraverso una ulteriore linea di trasmissione senza contatto, in almeno parziale sovrapposizione temporale rispetto alla fase di alimentazione elettrica dell'alimentatore (4) della vite (1) da parte del dispositivo (8) di lettura.

14. Metodo di lavorazione di una vite (1) dotata di un gambo (101) filettato, allungato lungo un asse (103) longitudinale, e di una testa (102) impegnabile da uno strumento di serraggio per stringere la vite (1), in cui il metodo comprende una fase di stabile connessione di un estensimetro (106), preposto a rilevare un parametro di misura rappresentativo di una forza di serraggio della vite, al gambo (101) della vite (1),

in cui il metodo è **caratterizzato dal fatto** di comprendere le seguenti fasi:

- asportazione di materiale dalla testa (102) della vite (1) per ricavare un alloggiamento (107) accessibile dall'esterno longitudinalmente, da un verso opposto al gambo (101);
- posizionamento, nell'alloggiamento (107), di una bobina (3), di un alimentatore (4), di un microprocessore (5) e di un trasmettitore;
- connessione elettrica della bobina (3) all'alimentatore (4), dell'alimentatore (4) al microprocessore (5) e all'estensimetro (106), e del microprocessore (5) all'estensimetro (106);
- programmazione del microprocessore (5) per istruirlo a trasmettere detto

parametro di misura all'esterno della vite (1), attraverso un segnale di misura senza fili.

15. Metodo di lavorazione secondo la rivendicazione 14, in cui la connessione dell'estensimetro (106) al gambo della vite comprende un inserimento dell'estensimetro (106) in una cava (104) longitudinale ricavata nel gambo (101) della vite (1).

Bologna, 6 ottobre 2015

IL MANDATARIO

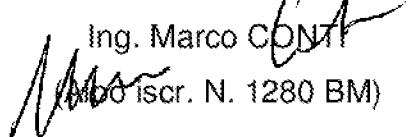
Ing. Marco CONTI  
  
(Albo iscr. N. 1280 BM)

FIG. 1

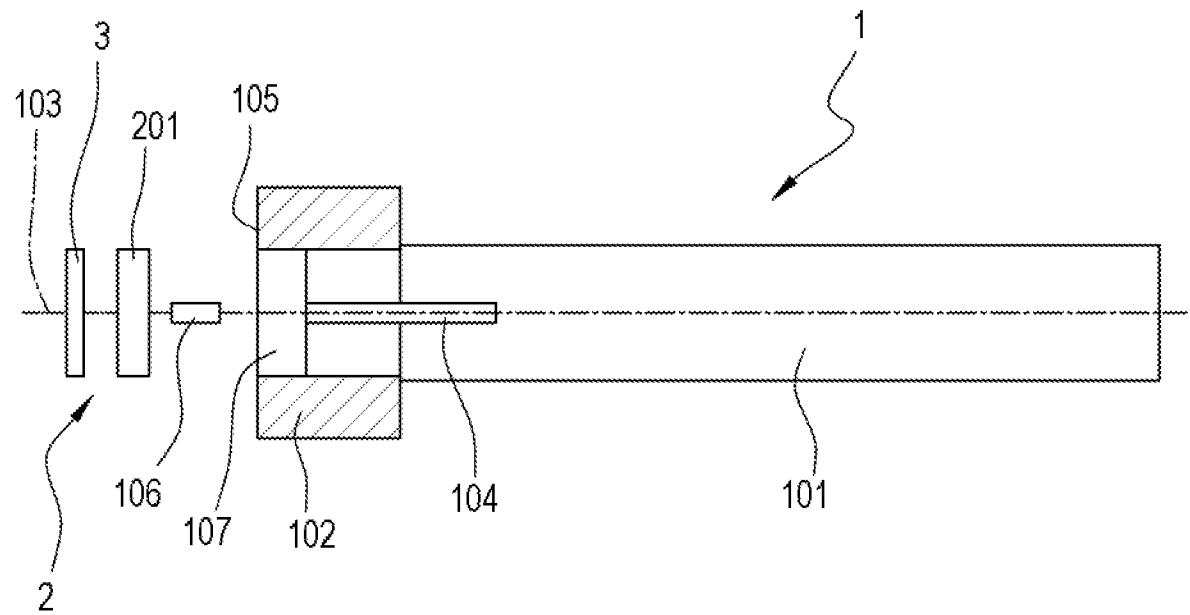


FIG. 2

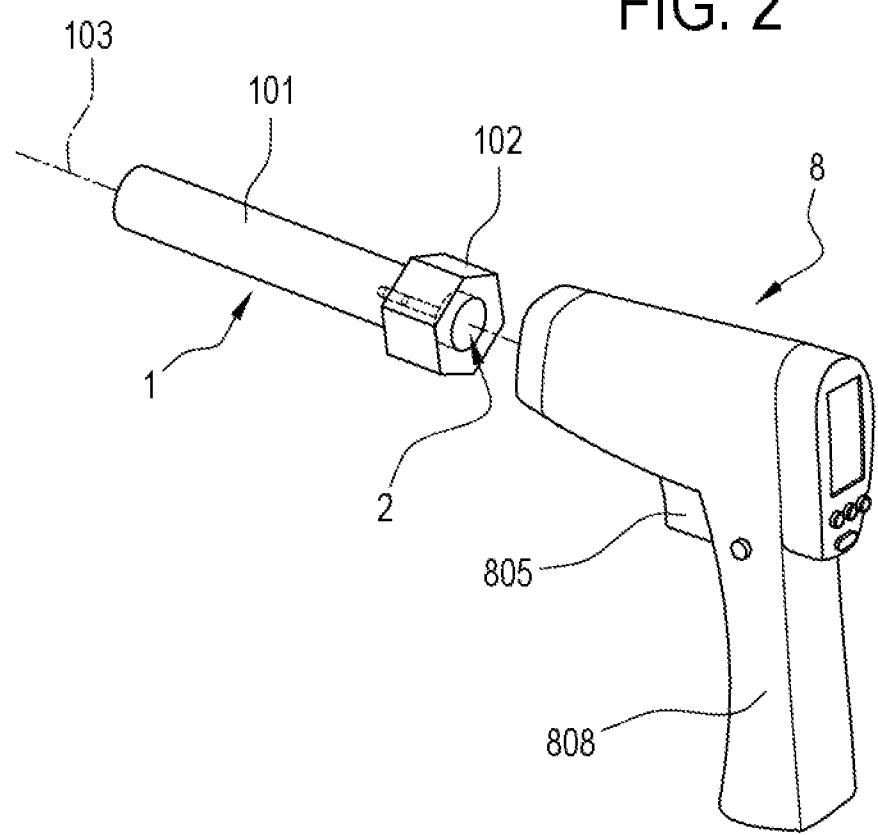


FIG. 3

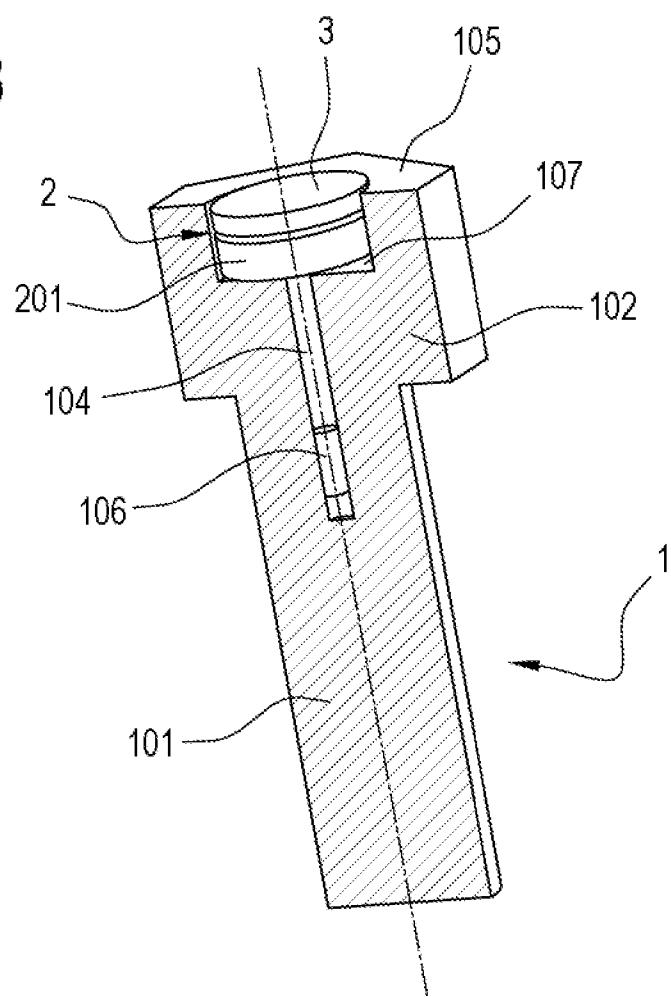


FIG. 4

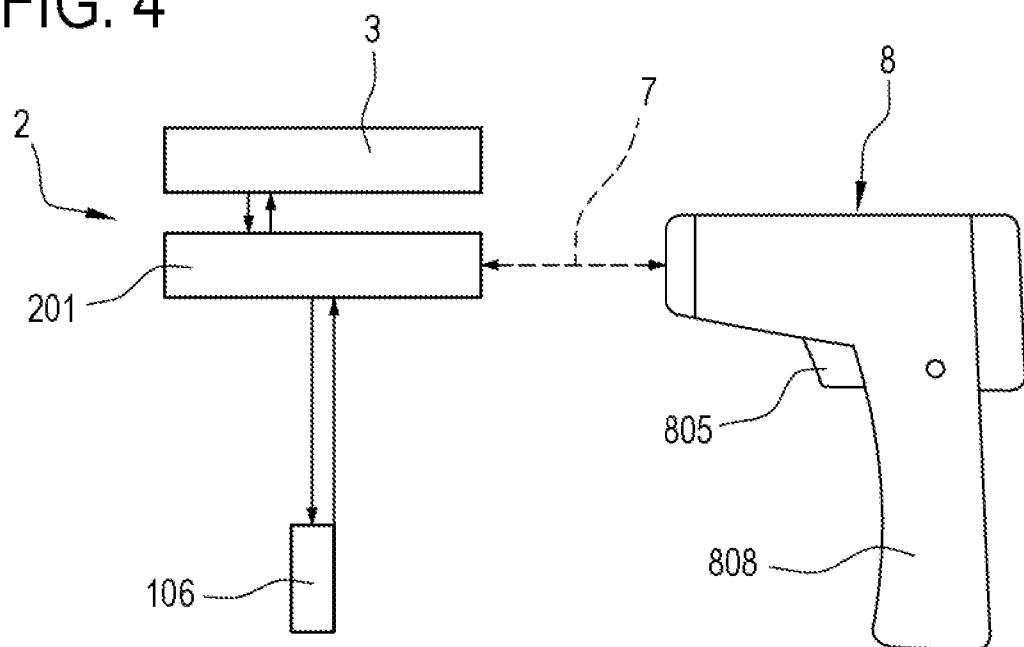


FIG. 5

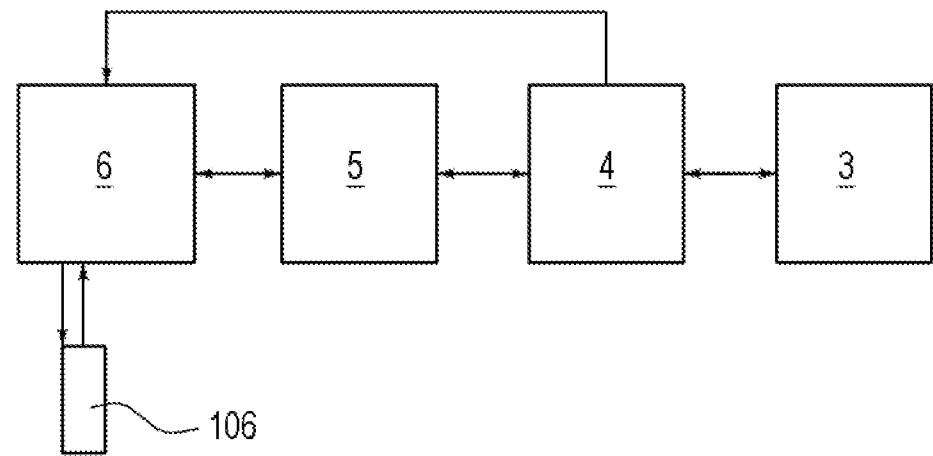


FIG. 6

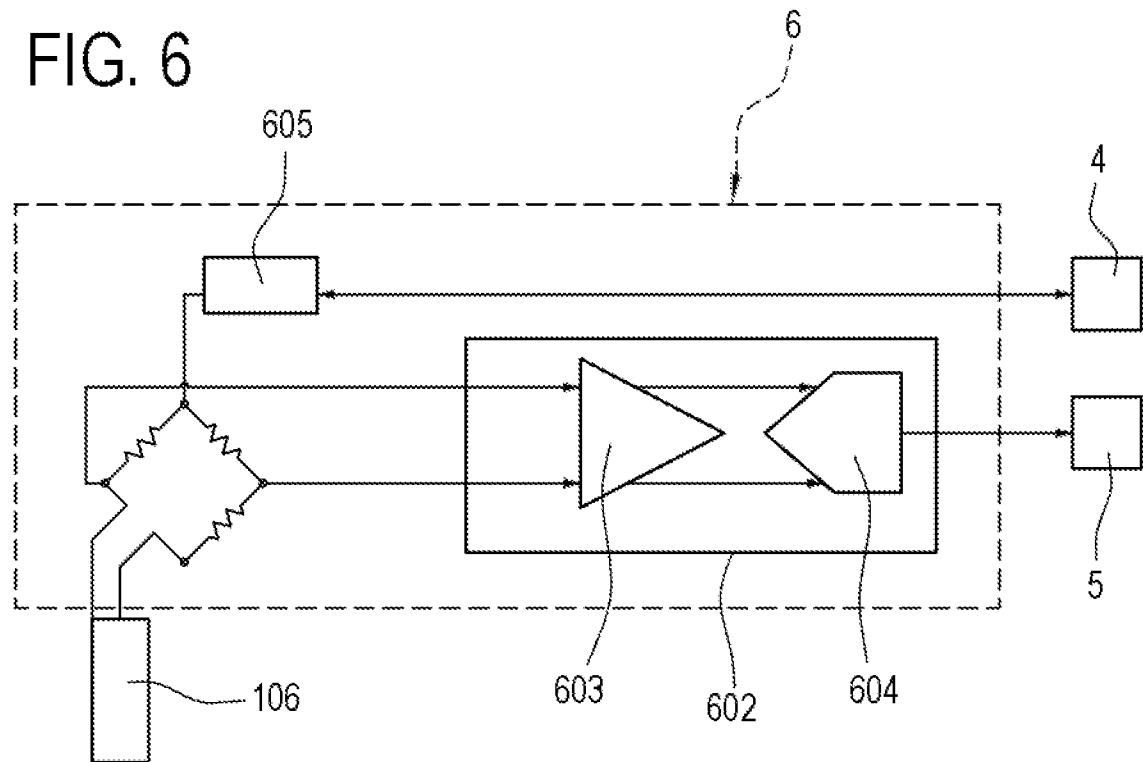


FIG. 7

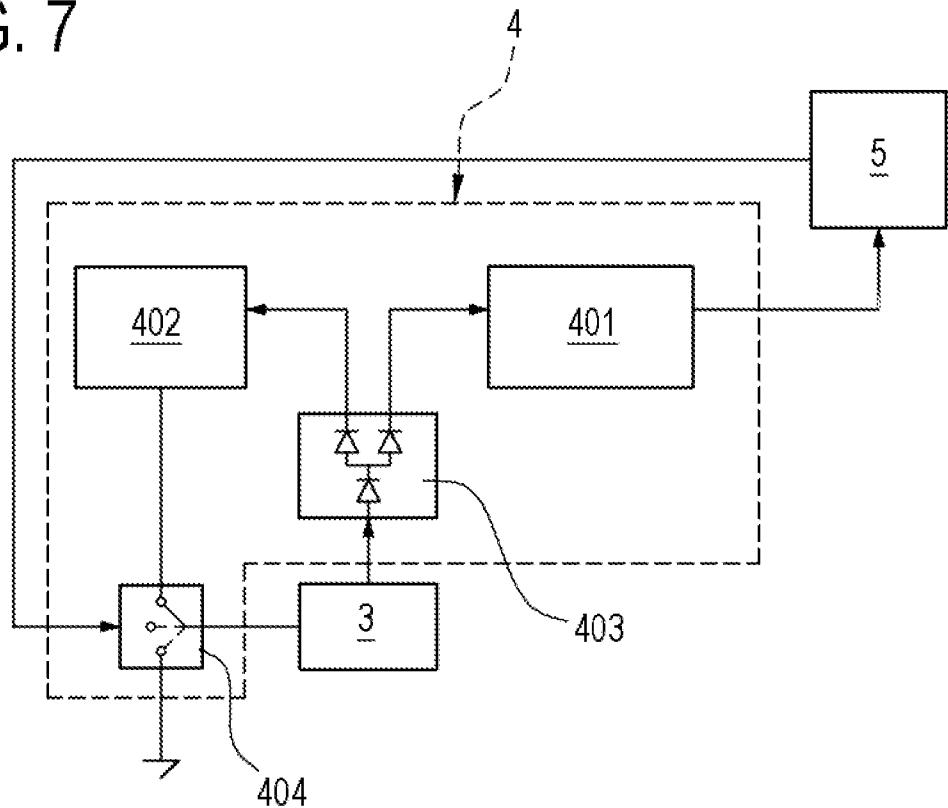


FIG. 8

