

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902042200A1

Publication Date

20131017

Applicant

METERSIT S.R.L.

Title

CONTATORE GAS STATICO

## CONTATORE GAS STATICO

### DESCRIZIONE

#### CAMPO TECNICO

5 La presente invenzione si riferisce ai contatori gas di tipo statico, ed in particolare a contatori gas statici del tipo comprendente un trasmettitore radio per la comunicazione con una rete di comunicazioni esterna.

L'invenzione si riferisce in particolare ad un contatore gas statico secondo il preambolo della rivendicazione 1.

#### 10 STATO DELL'ARTE

Negli ultimi anni sono stati sviluppati contatori gas di tipo statico (tipicamente utilizzando un flussometro di tipo massico), in cui la misurazione del flusso avviene attraverso un sensore elettronico, ad esempio ad ultrasuoni o a stato solido (di tipo MEMS), posto all'interno di una camera di misura che mette in collegamento, tramite  
15 un'opportuna valvola, la rete di distribuzione nazionale con la derivazione d'utenza. Mentre nei contatori tradizionali (o a diaframma) la misurazione avveniva meccanicamente (Misura Volumetrica), ed anche la lettura del consumo avveniva mediante un sistema meccanico che non necessitava di una alimentazione (almeno per i piccoli calibri), i contatori statici richiedono un'alimentazione a batteria in  
20 grado di alimentare il sensore di misura (e la relativa elettronica di gestione) per un numero di anni elevato, come necessario conseguentemente alla durata legale del bollo metrico.

Ciò ha richiesto notevole attenzione nello sviluppo di soluzioni tecniche (elettroniche, circuitali , gestionali ) a basso consumo energetico che fossero  
25 compatibili con l'uso di batterie chimiche, soluzione ideale per garantire lunghi periodi di funzionamento e permanenza in campo.

Il problema dei consumi energetici è ancor più sentito in quei contatori gas ( siano essi massici o volumetrici) che devono comunicare la misura dei consumi ad un sistema centrale remoto. In Italia, ad esempio, il Comitato Italiano Gas (CIG), entità  
30 responsabile degli standard tecnici, ha stabilito che la comunicazione possa essere

effettuata o con le reti radiomobili pubbliche nelle realizzazioni punto-punto (GPRS/GSM) o mediante comunicazione RF-MBus senza fili a 169MHz; ciò richiede quindi che il contatore sia provvisto di un trasmettitore e che la/e batteria/e sia/siano dimensionata/e per alimentare sia il trasmettitore che tutta l'elettronica di controllo, gestione e raccolta dati a bordo del contatore, per un congruo numero di anni.

In aggiunta a quello dei consumi energetici, un altro problema sentito nel settore è quello della manomissione dei contatori gas statici. La rimozione della batteria potrebbe, infatti, compromettere il funzionamento del contatore, ed è quindi sentita l'esigenza di rilevare prontamente eventuali manomissioni.

#### **SCOPI E RIASSUNTO DELL'INVENZIONE**

E' scopo della presente invenzione quello di presentare un contatore gas statico di tipo innovativo che permetta di ottimizzare la durata della/e batteria/e.

In particolare è scopo della presente invenzione quello di minimizzare i consumi energetici di un contatore gas di tipo statico, ovvero provvisto di un circuito di misura elettronica.

E' quindi scopo della presente invenzione quello di ottimizzare la durata della batteria in un contatore gas statico provvisto di un sistema per la trasmissione delle misure dei consumi.

Questi ed altri scopi della presente invenzione sono raggiunti mediante un contatore gas statico incorporante le caratteristiche delle rivendicazioni allegate, le quali formano parte integrante della presente invenzione.

L'idea generale della presente invenzione consiste nel collegare il sistema di misura del contatore, ad esempio un sensore, alla batteria mediante un limitatore di corrente controllabile dall'unità di controllo.

In questo modo l'unità di controllo del contatore può spegnere il circuito di misura quando questo non deve misurare, così da ridurre i consumi.

Preferibilmente, il limitatore comprende una resistenza di bypass che permette un collegamento stabile tra batteria e circuito di misura per non spegnere

completamente il sensore ma tenerlo in standby. Questa soluzione offre il vantaggio che il sensore si risveglia più velocemente rispetto che se fosse stato spento.

In una forma di realizzazione il contatore viene provvisto di un sistema di trasmissione per trasmettere le misure dei consumi rilevati dal circuito di misura. Il sistema di trasmissione viene alimentato mediante la sola energia accumulata da un gruppo di carica a sua volta collegato alla batteria. Il gruppo di carica viene quindi caricato in modo controllato, regolando la tensione ai capi del gruppo di carica. In particolare, l'idea prevede di utilizzare un booster, controllato dall'unità di controllo del contatore, per caricare il gruppo di carica.

5 Questa soluzione permette di allungare la vita della batteria, in quanto la trasmissione delle misure dei consumi non richiede energia alla batteria, che quindi non viene stressata da improvvise richieste di correnti elevate; la carica controllata del gruppo di carica, evita poi che sullo stesso venga mantenuta per un lungo periodo (corrispondente all'intervallo tra una trasmissione dei consumi e l'altra) una tensione elevata, così si ottimizza la durata del gruppo di carica.

10 In una forma di realizzazione, l'unità di controllo rileva la tensione di carica presente ai capi del gruppo di carica e controlla un circuito booster in modo tale da portare la tensione di carica dal valore rilevato ad un valore predeterminato, superiore alla tensione di alimentazione fornito dalla batteria, entro un orario di trasmissione predeterminato.

15 In questo modo si ottimizza la carica del gruppo di carica.

In un'ulteriore forma di realizzazione, il circuito booster è atto a limitare la corrente fornita al gruppo di carica; in questo modo si salvaguarda la batteria che non deve erogare improvvisi picchi di corrente quanto il gruppo di carica è scarico. Inoltre, la carica del gruppo di carica avviene lentamente e, calcolando opportunamente il tempo di carica necessario ad accumulare l'energia necessaria alla trasmissione delle misure dei consumi, è possibile mantenere per poco tempo il gruppo di carica al suo valore massimo di carica, così da allungarne la vita.

25 Preferibilmente, poi, l'unità di controllo è atta a scollegare il circuito booster dalla

batteria prima o al momento della trasmissione dei dati. Successivamente, poi, l'unità di controllo calcola il tempo di carica necessario a portare la tensione di carica dal valore rilevato in seguito alla trasmissione a quello predeterminato di carica completa, così da riattivare il collegamento con la batteria ad un orario determinato in funzione del tempo di carica e dell'orario di trasmissione.

Anche questa soluzione contribuisce ad ottimizzare la vita dei componenti e a ridurre i consumi.

In una forma di realizzazione, il contatore comprende poi un convertitore dc-dc (di tipo buck) collegato tra il gruppo di carica ed il sistema di trasmissione per fornire al sistema di trasmissione una tensione di alimentazione costante inferiore a quella di carica. Il convertitore dc-dc è operativamente connesso all'unità di controllo che viene configurata per controllarlo in modo tale da scollegare il sistema di trasmissione dal gruppo batteria quando il sistema di trasmissione è spento.

Questa soluzione ottimizza i consumi dato che, anche quando è spento, il sistema di trasmissione dissiperebbe energia prelevata dal gruppo di carica.

Preferibilmente, il gruppo di carica comprende N supercap collegati in serie ed il gruppo di carica viene portato ad un valore di carica predeterminato pari a  $NV_{max}$ , dove N è un intero maggiore o uguale a 2, preferibilmente uguale a 2, ed in cui  $V_{max}$  è la tensione di targa massima supportata da uno di detti supercap senza che si danneggi.

Nel caso in cui un singolo condensatore non sia sufficiente ad accumulare abbastanza energia per la trasmissione, questa scelta garantisce di accumulare sufficiente energia per la trasmissione ottimizzando la vita dei componenti.

In una ulteriore forma di realizzazione, per ridurre i consumi l'unità di controllo viene realizzata con un architettura a due microcontrollori, uno dedicato a controllare il circuito di misura, ed uno per controllare il sistema di trasmissione. Vantaggiosamente, il microcontrollore che controlla il circuito di misura viene realizzato con una struttura a minor numero di bit rispetto all'altro microcontrollore. In questo modo il microcontrollore che lavora più spesso, ossia quello che controlla le

misure dei consumi, assorbe meno corrente.

Ulteriori scopi e vantaggi della presente invenzione risulteranno maggiormente chiari dalla descrizione che segue.

#### **BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI**

- 5 L'invenzione verrà descritta qui di seguito con riferimento ad esempi non limitativi, forniti a scopo esplicativo e non limitativo nei disegni annessi. Questi disegni illustrano differenti aspetti e forme di realizzazione della presente invenzione e, dove appropriato, numeri di riferimento illustranti strutture, componenti, materiali e/o elementi simili in differenti figure sono indicati da numeri di riferimento similari.
- 10 La Figura 1 illustra schematicamente un contatore gas di tipo statico;  
La Figura 2 è un diagramma a blocchi del contatore di figura 1 secondo una seconda forma di realizzazione della presente invenzione;  
La Figura 3 illustra i cicli di carica del gruppo di carica del contatore di figura 2 secondo una forma di realizzazione;
- 15 La Figura 4 illustra uno schema a blocchi di un contatore gas di tipo statico secondo una seconda forma di realizzazione della presente invenzione;  
La Figura 5 illustra uno schema a blocchi di un contatore gas di tipo statico secondo una terza forma di realizzazione della presente invenzione;  
La Figura 6 illustra un limitatore di corrente per il contatore a gas;
- 20 La Figura 7 illustra i consumi misurati da un contatore gas di tipo statico;  
La Figura 8 illustra schematicamente l'architettura del contatore gas di tipo statico secondo una forma di realizzazione;  
La Figura 9 illustra schematicamente l'architettura del contatore gas di tipo statico secondo una ulteriore forma di realizzazione;
- 25 La Figura 10 illustra schematicamente un contatore gas di tipo statico posto all'interno di un alloggiamento ed in comunicazione con una rete di telecomunicazione;  
La Figura 11 illustra una soluzione alternativa a quella di figura 10 per permettere la comunicazione del contatore gas di tipo statico.

La Figura 12 illustra il dettaglio della connessione tra la batteria ed il circuito di alimentazione di un contatore gas di tipo statico.

La Figura 13 illustra un sistema di protezione dalle scariche elettrostatiche del contatore gas statico secondo la presente invenzione.

## 5 DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

Mentre l'invenzione è suscettibile di varie modifiche e costruzioni alternative, alcune forme di realizzazione preferite sono mostrate nei disegni qui allegati e saranno descritte qui di seguito in dettaglio. Si deve intendere, comunque, che non vi è alcuna intenzione di limitare l'invenzione alla specifica forma di realizzazione illustrata, ma, al contrario, l'invenzione intende coprire tutte le modifiche, costruzioni alternative, ed equivalenti che ricadano nell'ambito dell'invenzione come definito nelle rivendicazioni.

L'uso di "ad esempio", "ecc", "oppure" indica alternative non esclusive senza limitazione a meno che non altrimenti indicato.

15 La figura 1 mostra schematicamente un contatore gas 1 di tipo statico.

Il contatore 1 comprende, in modo noto, un corpo cavo 2 che definisce un vano di misura 3 provvisto di un condotto d'ingresso 4 ed uno d'uscita 5 per il passaggio del gas (rappresentato dalle frecce in fig. 1) che, dalla rete di distribuzione, deve essere portato all'utenza.

20 Un sensore 6, posto all'interno del vano di misura, rileva il flusso di gas che viene richiesto dall'utenza. Il sensore 6 è collegato ad un unità di controllo 7 che elabora le rilevazioni del sensore, memorizza il valore della misura e lo trasmette attivando un trasmettitore 8.

Mediante un opportuno attuatore 90, l'unità di controllo controlla poi una valvola 9, interna al contatore, che apre o chiude il passaggio di gas dalla rete di distribuzione alla derivazione d'utenza.

Il contatore è poi provvisto di un display LCD 10 per la lettura della misura dei consumi da parte di un operatore.

La figura 2 mostra uno schema a blocchi del contatore 1, secondo una prima forma di

realizzazione della presente invenzione.

Il contatore 1 comprende una batteria 11 dimensionata per alimentare tutti i componenti elettrici/elettronici del contatore. Nell'esempio di realizzazione preferito, la batteria 11 è una batteria al litio con una capacità di 19Ah (tipo D) in grado di mantenere ai suoi capi una tensione di 3.6V per tutta la sua vita utile se la corrente ad essa richiesta viene limitata a valori bassi e costanti.

La batteria 11 viene scelta in modo da poter funzionare in un ampio range di temperature, preferibilmente tra -25°C e + 55°C, questo perché lo stesso contatore deve poter essere installato in luoghi con condizioni ambientali tra loro molto diverse (montagna e mare) e supportare le escursioni notevoli termiche (giorno/notte, estate/inverno). Batterie di questo tipo non sono solitamente in grado di soddisfare senza degrado significativo delle caratteristiche intrinseche di durata nel tempo, le esigenze di corrente istantanea richieste dal trasmettitore 8 (e dall'elettronica di bordo, indicata complessivamente col riferimento 12) per trasmettere via radio le misure del contatore per genericamente permettere l'accesso remoto allo stesso da parte dei gestori del servizio. Per questo motivo, in parallelo al trasmettitore 8 viene previsto un gruppo di carica 13 in grado di erogare al trasmettitore 8 la corrente di cui ha bisogno per il tempo massimo stabilito per trasmettere la quantità di dati definita dalla specifica connessione.

Nella soluzione preferita, il gruppo di carica 13 è sostituito da una pluralità di condensatori in serie, ed in particolare una pluralità di supercondensatori (noti col termine inglese *supercapacitor* o *supercap*), in grado di immagazzinare l'energia sufficiente a far funzionare il trasmettitore 8 per il tempo sufficiente a comunicare la misura del consumo di gas e di tutti i dati relativi alla gestione dell'utenza nel tempo.

Nell'ipotesi che il trasmettitore 8 sia di tipo GPRS, e per permettere un tempo di comunicazione adeguato, nella forma di realizzazione preferita si utilizzano due supercondensatori posti in serie.

La tensione fornita dalla batteria 11 viene fornita ai capi del trasmettitore 8 e del gruppo di carica 13 attraverso un circuito di regolazione tensione 14 controllato

dall'unità di controllo 7 comprendente un microcontrollore.

In una forma di realizzazione, il circuito di regolazione 14 è un interruttore elettronico (ad esempio un transistor) che apre o chiude il collegamento tra la batteria 11 ed il gruppo di carica 13. In questo modo l'unità di controllo 7 controlla i cicli di carica del gruppo di carica 13 e mantiene sotto controllo i consumi energetici come  
5 mostrato in figura 3.

L'unità di controllo 7 viene programmata per attivare il trasmettitore e trasmettere le misure del sensore ogni  $t_1$  secondi, ad esempio ogni 12 ore. La trasmissione dura un tempo  $\Delta_2$ , ad es. 30s, dipendente dalla quantità di dati da trasmettere e dal tempo di  
10 risposta della rete cui si connette il contatore gas, e richiede un'energia media  $E_1$ .

L'unità di controllo 7 controlla il circuito di regolazione 14 e collega quindi il gruppo di carica 13 alla batteria 11 ad un istante  $t_0$ , antecedente al tempo  $t_1$  di inizio trasmissione. Il tempo  $t_0$  viene calcolato dall'unità di controllo in modo tale che nel tempo  $t_0-t_1$  ( $\Delta_1$ ), il gruppo di carica 13 si carichi ed accumuli un'energia maggiore o  
15 uguale ad  $E_1$ .

Con questa soluzione, quando il gruppo di carica 13 ed il trasmettitore 8 sono collegati direttamente alla batteria 11, questa si trova a dover erogare improvvisamente (picchi di corrente elevati) molte centinaia di milliampère di corrente. Questo tipo di funzionamento a lungo andare può danneggiare la batteria,  
20 che deve quindi essere opportunamente dimensionata sia nella sua energia che nella sua intrinseca durata.

Tale problema viene risolto mediante un diverso controllo dei cicli di carica e scarica del gruppo di carica effettuato dal contatore gas di figura 4.

Nella soluzione di figura 4, il circuito di controllo tensione 14 di figura 2 viene  
25 sostituito da due blocchi, indicati dai numeri di riferimento 15 e 16, posti a monte e valle del gruppo di carica 13.

Il blocco 15 rappresenta un booster controllato, in grado di svolgere due funzioni: fornire in uscita una tensione più alta di quella d'ingresso e limitare la corrente d'uscita, cioè la corrente di carica del gruppo di carica 13 stesso.

Quando l'unità di controllo 7 attiva il booster, la tensione fornita dalla batteria (3,6V) viene alzata a 4,8V, cosicché il gruppo di carica 13 si carica più velocemente fino ad accumulare un'energia maggiore rispetto ad una carica con tensione di 3,6V, essendo l'energia accumulata proporzionale al quadrato della tensione stessa. La scelta della  
5 tensione di 4,8V dipende dai parametri intrinseci dei supercondensatori del gruppo di carica 13, in particolare, il booster 15 viene controllato dall'unità di controllo 7 in modo da fornire in uscita una tensione  $V_{out}$  pari a  $NV_{MAX}$ , dove  $V_{MAX}$  è la tensione massima che, da specifiche, può essere supportata dal supercondensatore senza danneggiarsi, mentre N è il numero di supercondensatori posti in serie nel gruppo di  
10 carica 13. La scelta di 4,8V, risulta pertanto ottimale per un gruppo di carica comprendente due supercondensatori posti in serie ed in grado di supportare una tensione massima di 2,4V garantendo il profilo funzionale in termini di caratteristiche elettriche e di qualità nel tempo .

In una forma di realizzazione preferita, il booster 15 viene controllato in modo tale da  
15 innalzare la tensione d'uscita in modo graduale da un valore minimo (nell'esempio qui descritto 3,6V) ad uno massimo (nell'esempio qui descritto 4,8V); in questo modo l'unità di controllo può essere configurata in modo tale da innalzare la tensione ai capi del gruppo di carica 13 secondo una curva di innalzamento che dipende dalla scelta dei condensatori. In una forma preferita, la curva viene scelta in modo tale che  
20 i 4,8V vengano mantenuti per un tempo relativamente breve nell'arco della giornata (e tipicamente solo in previsione di una trasmissione programmata) così da ottimizzare la durata dei condensatori.

Il booster 15 viene preferibilmente controllato in modo tale che la tensione al nodo n2 sia sempre maggiore o uguale alla tensione di lavoro del trasmettitore 8, che  
25 nell'esempio qui descritto è pari a 3,6V.

Il booster 15, oltre ad innalzare la tensione, limita la corrente richiamata dalla batteria, e necessaria alla carica dei supercondensatori, ad un valore adatto ad ottimizzare la vita media di quest'ultima. Nella forma di realizzazione preferita, la corrente viene limitata ad un valore compreso tra 3 e 5mA, più preferibilmente pari a

4 mA.

Un circuito di lettura, schematizzato dalla linea 17, riporta all'unità di controllo 7 la tensione al nodo n2, in questo modo l'unità di controllo conosce ad ogni istante la tensione presente ai capi del gruppo di carica e blocca il booster quando rileva una  
5 tensione pari a 4,8V. La frequenza di tale controllo nel tempo è un parametro programmabile.

In una forma di realizzazione, il trasmettitore 8 funziona a 3,6V (con un limite minimo di funzionamento anche inferiore ed equivalente a 3,2 V), quindi tra il gruppo di carica 13 ed il trasmettitore 8 viene previsto un convertitore DC/DC (*Buck  
10 converter*) che riporta la tensione da 4,8V ad un valore utile per il funzionamento del trasmettitore, ad esempio compreso tra 3,3 V e 3,6V.

In una forma di realizzazione preferita, l'unità di controllo 7 controlla il buck converter 16 interrompendo il collegamento tra gruppo di carica 13 e trasmettitore 8 durante le fasi di carica del gruppo di carica 13 in modo da ottimizzarle e ridurre i  
15 consumi (e le perdite) del sistema.

Così come per l'esempio sopra descritto con riferimento alle figure 2 e 3, l'unità di controllo 7 interrompe il collegamento tra la batteria 11 ed il gruppo di carica 13 durante la trasmissione delle misure dei consumi (o ogni dato ad esse correlato ed immagazzinato nella memoria dell'elettronica) da parte del trasmettitore 8 e più  
20 preferibilmente per tutto il tempo in cui il gruppo di carica 13 non deve essere caricato; ciò viene fatto controllando il booster 15. L'unità di controllo viene programmata per trasmettere i dati usando il modulo di trasmissione ad un istante di tempo predeterminato  $T_{TR}$  (ad es. ad un determinato giorno ed orario della giornata); prima della trasmissione dei dati l'unità di controllo scollega il circuito  
25 booster dalla batteria, in modo tale che la trasmissione avvenga utilizzando solamente l'energia accumulata nel gruppo di carica 13. Dopo che è avvenuta la trasmissione, l'unità di controllo 7 calcola il tempo di carica  $\Delta T$  necessario a portare la tensione sul gruppo di carica dal valore rilevato in seguito alla trasmissione fino ai 4,8V necessari ad accumulare l'energia necessaria ad una successiva trasmissione.

Nota il tempo di carica, l'unità di controllo riattiva il collegamento con la batteria ad un orario calcolato in funzione del tempo di carica e dell'orario di trasmissione, in particolare il collegamento viene ripristinato e la carica inizia ad un tempo  $T_{IN} = T_{TR} - \Delta T$ .

- 5 L'uso del booster 15 e del buck converter 16 controllabili dall'unità di controllo 7, permette di isolare completamente il gruppo di carica 13 e mantenere stabile la lettura del sensore. Infatti se l'elettronica di misura e quella di controllo fossero direttamente collegate al gruppo di carica, i picchi di corrente assorbiti dal circuito di comunicazione durante la trasmissione, genererebbero inevitabilmente delle cadute
- 10 di tensione importanti sugli stessi perturbandone o impedendone il funzionamento. L'uso in particolare di un booster 15 che limita la corrente richiamabile dalla batteria, evita, infatti, che l'improvvisa richiesta di corrente dal trasmettitore 8 quando questo deve trasmettere provochi oscillazioni sulla tensione di alimentazione del sensore alterandone la misura in modo non prevedibile.
- 15 In una forma di realizzazione, mostrata in figura 5, il sensore 6 e gli attuatori 90 che controllano la valvola 9 sono alimentati mediante una linea prevista di un limitatore di corrente 18 che parte dal nodo n3, tale nodo essendo il nodo più prossimo alla batteria 11. In altre parole, tutti gli altri dispositivi del contatore prendono l'alimentazione a valle del sensore 6 e degli attuatori valvola 90.
- 20 Il limitatore 18 si rende necessario come protezione per limitare il flusso energetico verso la parte di circuiti che si trova in ambiente gas ( il sensore 6 e la valvola 9) che, anche a seguito di guasti che portino al corto circuito degli stessi, potrebbero potenzialmente dissipare un'energia tale da poter innescare uno scoppio della miscela gas stessa.
- 25 In un'altra forma di realizzazione, preferita, gli attuatori valvola 90 vengono alimentati dal gruppo di carica 13 e sono quindi collegati a questi mediante un convertitore buck controllabile dall'unità di controllo in modo da non assorbire o perdere corrente quando non operativi. In una forma di realizzazione, gli attuatori 90 sono quindi collegati a valle del convertitore buck 16. Questa scelta ottimizza la vita

media della batteria 11, in quanto tali attuatori (ad es. il motore della valvola 9) possono richiedere alcune decine di milliampère e stressare quindi la batteria.

In una forma di realizzazione preferita il limitatore 18 è un limitatore controllabile attraverso un ingresso di attivazione (*enable*), ad esempio il limitatore 18 comprende  
5 un circuito limitatore integrato del tipo utilizzato nelle connessioni HDMI. Questo tipo di circuiti presenta tuttavia delle perdite (*leakage-correnti di fuga*) che possono essere ridotte mandando sull'ingresso di enable un segnale di spegnimento del limitatore che, di fatto, manda a zero la tensione in uscita dal limitatore.

Nella soluzione di figura 6, il limitatore 18 comprende un circuito limitatore integrato  
10 180, del tipo utilizzato nelle soluzioni HDMI, che presenta, tra i pin di ingresso ed uscita una resistenza R di bypass dimensionata in modo da far passare una corrente appena sufficiente a mantenere in standby il sensore ( che altrimenti si spegnerebbe e richiederebbe una riaccensione ad ogni step di misura ); preferibilmente tale corrente è di pochi microampere, preferibilmente 1µA.

15 Questa soluzione offre il vantaggio che l'unità di controllo 7 può essere configurata per eseguire efficacemente delle misure di flusso discrete nel tempo e nel contempo ridurre al minimo la potenza dissipata nelle fasi che intercorrono tra una misura e l'altra.

In una forma di realizzazione, l'unità di controllo 7 disabilita il limitatore 18 e si pone  
20 in uno stato di standby riducendo i consumi energetici. Passato un tempo predeterminato, ad es. 2s, un clock interno all'unità di controllo 7 la riattiva e questa a sua volta attiva il limitatore 18 permettendo una rapida uscita dallo standby del sensore, che può così misurare il flusso di gas in pochi µs. Questo non sarebbe possibile senza la resistenza di bypass che alimenta il sensore quando questo non  
25 misura ed è in stato di basso assorbimento, dato che disabilitando completamente il sensore, il suo risveglio sarebbe più lungo e, come conseguenza, porterebbe ad un maggiore dispendio di energia associata ad ogni risveglio.

In una soluzione alternativa, le misure non vengono fatte regolarmente sulla base di un tempo predeterminato, bensì seguendo un algoritmo di predizione che calcola, in

base alle rilevazioni precedenti, se c'è un consumo attuale di gas ed è quindi meglio effettuare misure più ravvicinate nel tempo e/o misure con diversa precisione e conseguente diverso bilancio energetico.

5 A titolo d'esempio, quando un utente accende un fornello per cucinare, l'unità di controllo rileva un flusso di gas maggiore rispetto alle rilevazioni precedenti e decide quindi che la successiva rilevazione, anziché dopo 2s deve essere eseguita dopo un tempo inferiore. L'intervallo di tempo viene scelto preferibilmente in base al valore della rilevazione o, ancor meglio, sulla base del differenziale con la misura precedente.

10 In una forma di realizzazione preferita, il sensore 6 è in grado di effettuare misure di due tipi: una misura QUICK ed una ACCURATE. L'ultima è molto precisa, ma richiede molta energia, mentre la prima è meno precisa e richiede meno energia.

In questo caso, in alternativa o in combinazione con la regolazione degli intervalli di misurazione, è possibile configurare l'unità di controllo perché richieda misure  
15 ACCURATE laddove verifichi una derivata (positiva o negativa) superiore ad un valore di soglia nella curva dei consumi. Ciò viene meglio illustrato con riferimento alla curva dei consumi mostrata in figura 7: al tempo T0 è accesa l'acqua calda e quindi il sensore rileva, ogni 2s, un consumo regolare; l'unità di controllo comanda quindi il sensore perché esegua delle misure QUICK. Successivamente, al tempo T1  
20 l'utente accende il fuoco e quindi i consumi salgono fino ad assestarsi al valore finale raggiunto al tempo T2. Tra T1 e T2 l'unità di controllo rileva un incremento dei consumi ed esegue quindi delle misure ACCURATE. Una volta che i consumi tornano ad essere costanti, tra T2 e T3, si riprende ad eseguire misure QUICK. Successivamente al tempo T3 l'utente spegne il fornello e poi al tempo T5 anche  
25 l'acqua calda. Negli intervalli di tempo T3-T4 e da T5 in avanti vengono richieste misure ACCURATE, mentre tra T4 e T5 vengono effettuate misure QUICK.

In una forma di realizzazione preferita, la scelta tra misure QUICK ed ACCURATE dipende non solo dalla derivata dei consumi, ma anche da dati storici utilizzati per ridurre allo stretto necessario il numero di misure ACCURATE, a più alto consumo

energetico. Ad esempio, è noto che la distribuzione del gas avviene in modo non sempre costante, ma presenta un andamento non lineare. I dati storici possono aiutare a comprendere la periodicità di tale andamento e decidere che eventuali incrementi nel valore del flusso misurato sono dipendenti dall'andamento della  
5 distribuzione di gas e non da una effettiva richiesta aggiuntiva di gas da parte dell'utenza; in questo caso l'unità di controllo ordinerà al sensore di effettuare misure QUICK nonostante un incremento dei consumi rilevato tra due misure successive.

La figura 8 mostra una forma di realizzazione preferita dell'unità di controllo 7. In  
10 questa forma di realizzazione, l'unità di controllo comprende due microcontrollori, uno (70) dedicato ai dispositivi di comunicazione (es. trasmettitore 8) ed uno (71) dedicato alla parte metrologica del contatore gas (es. sensore 6) e agli altri dispositivi più frequentemente utilizzati (es. display) e relativi alla cosiddetta parte "Legally Relevant" dello strumento di misura.

15 Preferibilmente i microcontrollori 70 e 71 sono realizzati con architetture differenti, in particolare il microcontrollore 71 che controlla il circuito di misurazione (sensore 6), essendo a più frequente utilizzo, viene realizzato con un'architettura ottimizzata per il low power ( ad es. a 8 bit) ed utilizza pertanto un'area di silicio minore rispetto all'altro microcontrollore 70, ad es. un microcontrollore a 32 bit.

20 I due microcontrollori 70 e 71 sono posti in comunicazione, ma il microcontrollore 71 è dotato di un firmware identificato da un codice identificativo, ad esempio un codice CRC (Cyclic Redundancy Check) o firma digitale. Questa soluzione consente di aggiornare il microcontrollore 70 da remoto garantendo sempre la possibilità di verificare l'integrità del microcontrollore 71 e del suo firmware. Preferibilmente  
25 entrambi i microcontrollori sono dotati di un tale codice identificativo.

In una forma di realizzazione particolarmente vantaggiosa, mostrata in figura 9, l'unità di controllo viene provvista di un ricevitore RFID dual port 72 comprendente una memoria non volatile riscrivibile, ad esempio una memoria flash, un circuito di lettura e scrittura della memoria in grado di permettere la lettura e scrittura della

memoria da parte di un microprocessore esterno al ricevitore e collegato allo stesso attraverso una linea dati, in particolare una linea dati seriale.

Una volta che è stata completata la produzione dei contatori, per evitare successive manipolazioni del contatore, ed in particolare del suo software metrologico, il ricevitore RFID 72 viene investito da un opportuno segnale RF modulato dal quale estrae, in modo noto, l'energia necessaria all'attivazione di un piccolo microprocessore 73 dedicato alla conservazione di dati. L'interfaccia RFID di ogni contatore è protetta con una password da 32bit, in modo tale che irraggiando più contatori simultaneamente con un segnale provvisto di una specifica password, solo uno di questi contatori riconosce come valida la password e si attiva caricando i dati trasmessi col segnale irradiato. In particolare, i dati trasmessi comprendono dati specifici del contatore (coefficiente di taratura del sensore, vari ID di contatore come matricola del contatore, matricola della valvola ecc....) ed un codice (sigillatura) che dice al contatore che da questo momento in poi non potrà più essere ritarato. I dati così ricevuti vengono memorizzati in una memoria non volatile, ad es. una flash, del ricevitore RFID.

Nella forma di realizzazione preferita, il ricevitore RFID alimenta direttamente, con l'energia ricavata dalla irradiazione RF, un piccolo microcontrollore dedicato 73, il quale manda un segnale di LOCK al ricevitore bloccando il meccanismo di riscrittura della memoria non volatile. In questo modo si previene la possibilità di alterare parametri di taratura importanti per il funzionamento del contatore.

In una forma di realizzazione alternativa, che non prevede l'uso di un microcontrollore dedicato, il blocco della scrittura della memoria non volatile del ricevitore RFID avviene alla prima accensione del contatore. Quando il contatore viene alimentato per la prima volta, l'unità di controllo 7 legge i dati presenti nella memoria del ricevitore RFID ed invia il comando di Lock al ricevitore RFID per impedire future riscritture della sua memoria. In questa forma di realizzazione, i dati scritti nella memoria dell'interfaccia RFID, vengono criptati per impedirne la riscrittura durante la fase di trasporto o comunque prima della prima accensione del

contatore. Questa protezione serve a coprire il tempo che intercorre fra l'uscita dalla fabbrica del contatore e la prima installazione dello stesso.

Nonostante nell'esempio di figura 9 il contatore utilizzi un unico microcontrollore 7, è chiaro che il sistema RFID può essere utilizzato anche utilizzando un architettura a  
5 due microcontrollori come nell'esempio di figura 8.

Come detto in precedenza, il contatore gas è equipaggiato con un ricetrasmittitore 8 che riceve e trasmette dati da/ad un server remoto, direttamente (connessione GPRS) o attraverso un apparato di concentrazione che gestisce più contatori e, a sua volta si connette con il server remoto attraverso una connessione GPRS .

10 I contatori gas possono dover essere installati in ambienti non coperti dalla rete radio cui debbono collegarsi per trasmettere dati (ad es. in una cantina), oppure possono essere installati all'interno di un armadio metallico che, schermato i contatori, ne impediscono la raggiungibilità radio.

In una forma di realizzazione, quindi il contatore viene provvisto di un kit di  
15 trasmissione costituito da un sistema ripetitore passivo costituito da due antenne tarate e collegate da un cavo.

La figura 10 mostra il contatore 1 installato all'interno di un armadio 100 che presenta una schermatura metallica che impedirebbe la comunicazione tra il trasmettitore 8 del contatore ed un apparato d'accesso 111 di una rete di  
20 comunicazioni 110.

Il sistema ripetitore passivo 19 viene montato 100 facendo passare il cavo 190 di collegamento delle due antenne 191 e 192 attraverso un'apertura (eventualmente ricavata in fase d'installazione apportando un foro all'armadio 100). Per facilitare il montaggio del sistema ripetitore passivo 19, almeno una delle antenne 191, 192 è  
25 fissata al cavo 190 mediante un connettore amovibile, più preferibilmente entrambe le antenne sono provviste di un tale connettore, in modo tale che, a seconda delle applicazioni, si possano utilizzare cavi di lunghezza diversa o, alternativamente al cavo, altri mezzi di connessione d'antenna, quali ad esempio connettori rigidi, che permettano di mettere in contatto diretto le due antenne.

Il sistema ripetitore passivo viene fornito con un kit di montaggio che comprende, ad esempio, delle staffette per l'aggancio del cavo e/o delle antenne a superfici diverse. Operativamente, l'antenna del trasmettitore 8 emette onde radio che vengono ricevute dall'antenna 191 del ripetitore passivo posta all'interno dell'armadio 100; il  
5 segnale radio viene quindi convertito in un segnale elettrico che, attraverso il cavo raggiunge l'antenna 192 posta all'esterno dell'armadio. Quest'ultima antenna, a sua volta, genera un segnale radio per effetto del segnale nel cavo 190. I dati trasmessi dall'antenna del contatore 1, in questo modo, raggiungono il sistema d'accesso della rete 110 e conseguentemente un server remoto.

10 In una forma di realizzazione preferita, mostrata in figura 11, il contatore 1 non è provvisto di un'antenna autonoma per trasmettere.

Il ripetitore passivo 19 comprende, invece, un'antenna 193 annegata in una custodia di plastica opportunamente conformata per agganciarsi al corpo del contatore 1. Tale custodia, oltre a mezzi di aggancio removibili, è provvista di connettori elettrici per il  
15 collegamento elettrico dell'antenna al sistema di ricetrasmisione (modulatore, demodulatore, e amplificatore d'antenna) del contatore 1.

Alternativamente, anziché prevedere l'aggancio dell'antenna 193 al corpo del contatore, è possibile integrare tale antenna al corpo del contatore e prevedere un connettore per la connessione al cavo 190. In questa forma di realizzazione, una parte  
20 del sistema ripetitore passivo è integrata al corpo del contatore.

In figura 12 viene mostrato un dettaglio della batteria 11 e del suo collegamento alla scheda PCB 700 che alloggia l'unità di controllo 7.

E' richiesto dalle normative poter rilevare la rimozione della batteria da parte di eventuali utenti non autorizzati. La soluzione convenzionale da utilizzare in casi  
25 simili prevedrebbe un pulsante antitamper che si attivi qualora venga rimosso il coperchio del vano batteria con conseguenti complicazioni meccaniche ed ed aumento di costi.

Nella forma di realizzazione di figura 12 i due poli della batteria 11 sono cablati ad un connettore 701 destinato ad innestarsi in un corrispondente connettore 702 posto

sulla PCB 700. Il cablaggio della batteria prevede due fili di massa 703 e 704 collegati al negativo e singolarmente portati al connettore di alimentazione 701, ed un solo cavo 705 che va dal polo positivo della batteria 11 al connettore 701.

Una volta che il connettore 701 è collegato a quello 702, il cavo 703 viene  
5 effettivamente utilizzato per svolgere la funzione di collegamento di massa, mentre il cavo 704 riporta (mediante una linea non mostrata in figura) la massa stessa ad un ingresso del microprocessore che così può rilevare la presenza del segnale relativo al collegamento di massa.

Questa configurazione permette di rilevare la rimozione della batteria stessa in  
10 assenza di un microinterruttore preposto allo scopo e quindi con risparmio di costi sulla meccanica.

Alla rimozione della batteria, il sistema risulta infatti ancora alimentato dal gruppo di carica 13, l'unità di controllo 7 rileva una variazione di tensione all'ingresso collegato al cavo 704 che determina uno stato di allarme. L'unità di controllo utilizza  
15 quindi l'energia del gruppo di carica 13 per alimentare il trasmettitore 8 ed inviare un segnale d'allarme, ad esempio un messaggio di testo quale un SMS.

In una forma di realizzazione preferita, il contatore è provvisto di una batteria di riserva, normalmente non collegata al sistema elettrico/elettronico, ed in grado di permettere il funzionamento del contatore per un tempo predeterminato, ad esempio  
20 due anni.

Quando l'unità di controllo 7 rileva una tensione di alimentazione (ad es. al nodo n1) che scende sotto un valore di soglia, collega (ad esempio comandando la chiusura di un interruttore) la batteria di scorta al posto della batteria 11, in modo tale da permettere il funzionamento di tutte le componenti: dal sensore al trasmettitore.

25 Alternativamente l'unità di controllo potrà essere disposta per trasmettere un segnale d'allarme o per visualizzare un tale segnale sul display.

Ancora, in una ulteriore forma di realizzazione il contatore può essere dotato di due batterie, una (ad es. una batteria D type da 19A) dedicata ad alimentare le componenti metrologiche del contatore, ed una più piccola (ad es. una batteria B o D

type) dedicata ad alimentarne le componenti del contatore preposte alla comunicazione. In questa forma di realizzazione i circuiti di alimentazione della parte metrologica e di quella di comunicazione risultano separati, pertanto non si hanno i problemi di misura sopra descritti e dipendenti dall'oscillazione della tensione di alimentazione del sensore metrologico quando il contatore comunica i dati o quando si deve ricaricare il gruppo di carica 13.

Viste le esigenze energetiche del sistema, in una forma di realizzazione riportata schematicamente in figura 13, è implementato un sistema di protezione dalle scariche elettrostatiche (ESD) disegnando uno scaricatore 706 integrato sul circuito stampato (PCB, 700) e disegnando un percorso di scarica preferenziale per l'energia che nell'esempio di figura 13 è rappresentato da una pluralità di triangoli il cui vertice superiore (opposto alla base) è rivolto verso il connettore 702, ed in cui la base del triangolo è collegata ad una linea di massa 707. In questo modo si neutralizzano gli effetti negative delle scariche elettrostatiche deviando l'energia verso massa (ovvero la carcassa del sistema) e risparmiando i circuiti elettronici normalmente utilizzati per realizzare scaricatori (es. diodi Zener, Varistori, ecc.) che, oltre ad essere un costo, dissipano corrente. Preferibilmente, viene previsto un triangolo per ogni pin del connettore 702.

In alternativa ai triangoli, lo scaricatore 706 può avere forme diverse, purché presenti delle punte rivolte verso il connettore 702 così da raccogliere e convogliare verso massa eventuali scariche elettrostatiche.

Alla luce della descrizione dettagliata qui sopra riportata, appare chiaro come il contatore gas statico descritto risolva gli inconvenienti dell'arte nota e raggiunga gli obiettivi posti.

E' altresì chiaro che molte varianti possono essere apportate al contatore statico sopra descritto e che diverse funzioni ed elementi del contatore descritte con riferimento a diverse forme di realizzazione, possono essere differentemente combinate ed utilizzate per formare ulteriori forme di realizzazione del contatore. Così elementi e blocchi circuitali possono differentemente essere divisi o raggruppati.

### RIVENDICAZIONI

1. Contatore gas statico comprendente:

- un'unità di controllo (7),

- un circuito elettronico di misura (6) per la rilevazione dei consumi di gas, detto

5 circuito di misura (6) essendo almeno in parte posizionato all'interno di un vano di misura (3) atto a ricevere in ingresso un flusso di gas,

-una batteria atta a generare una tensione di alimentazione per l'alimentare dell'unità di controllo (7) e del circuito di misura (6),

10 caratterizzato dal fatto che il circuito di misura (6) è collegato alla batteria mediante un limitatore di corrente (18) controllabile dall'unità di controllo (7).

2 Contatore secondo la rivendicazione 1, in cui il limitatore (18) comprende una resistenza di bypass per non spegnere completamente il sensore ma tenerlo in standby.

15

3. Contatore secondo la rivendicazione 1 o 2, ulteriormente comprendente

- un sistema di trasmissione senza fili (8) per la trasmissione delle misure effettuate dal circuito di misura (6),

20 - un gruppo di carica (13) collegato alla batteria per immagazzinare energia da rilasciare all'occorrenza al sistema di trasmissione (8),

- un sistema di regolazione tensione (14, 15,16) operativamente connesso all'unità di controllo (7), alla batteria ed al gruppo di carica,

in cui l'unità di controllo (7) è atta a controllare il sistema di regolazione tensione in modo tale da regolare la carica del gruppo di carica (13).

25

4. Contatore secondo la rivendicazione 3, in cui il sistema di regolazione tensione (14,15,16) comprende un circuito booster ed in cui l'unità di controllo (7) è atta a rilevare una tensione di carica presente ai capi del gruppo di carica e a controllare il circuito booster in modo tale da portare la tensione di carica dal valore rilevato ad un

valore predeterminato, superiore alla tensione di alimentazione, entro un orario di trasmissione predeterminato.

5. Contatore secondo la rivendicazione 4, in cui il circuito booster è atto a limitare la corrente fornita al gruppo di carica.

6. Contatore secondo la rivendicazione 5, in cui l'unità di controllo è atta a scollegare il circuito booster dalla batteria dopo detto orario predeterminato e, dopo che è avvenuta la trasmissione, a calcolare un tempo di carica necessario a portare la tensione di carica dal valore rilevato in seguito alla trasmissione ed a riattivare il collegamento con la batteria ad un orario determinato in funzione di detto tempo di carica e di detto orario di trasmissione.

7. Contatore secondo la rivendicazione 5 o 6, ulteriormente comprendente un convertitore dc-dc collegato tra il gruppo di carica ed il sistema di trasmissione per fornire al sistema di trasmissione una tensione di alimentazione costante inferiore a quella di carica, detto convertitore dc-dc essendo operativamente connesso all'unità di controllo (7), detta unità di controllo essendo configurata per controllare detto convertitore dc-dc in modo tale da scollegare il sistema di trasmissione dal gruppo batteria quando il sistema di trasmissione è spento.

8. Contatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 3 a 7, in cui il gruppo di carica comprende N supercap collegati in serie ed in cui detto valore di carica predeterminato è fissato a  $NV_{max}$ , dove N è un intero maggiore o uguale a 2, preferibilmente uguale a 2, ed in cui  $V_{max}$  è la tensione di targa massima sopportata da uno di detti supercap senza che si danneggi.

9. Contatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 3 a 8, in cui l'unità di controllo è atta ad andare in standby e risvegliarsi per condurre una misura dei

consumi dopo un tempo che dipende dalla differenza dei consumi rilevati in almeno due misure precedenti, in particolare è atta a risvegliarsi più frequentemente se si rileva un gradiente nei consumi superiore ad una soglia.

- 5 10. Contatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui l'unità di controllo comprende due microcontrollori tra loro collegati, un primo microcontrollore essendo dedicato alla trasmissione dati ed un secondo microcontrollore alla metrologia, in cui il secondo microcontrollore ha un'architettura a minor consumo energetico rispetto al primo.

10

CLAIMS

1. Static gas meter comprising:
- a control unit (7),
  - a measuring electronic circuit (6) for detecting gas consumptions, said measuring circuit (6) being at least partially positioned inside a measuring compartment (3) intended to receive an incoming gas flow,
  - a battery intended to generate a supply voltage for supplying the control unit (7) and the measuring circuit (6),
- characterized in that the measuring circuit (6) is connected to the battery by a current limiter (18) controllable by the control unit (7).
2. Meter according to claim 1, wherein the limiter (18) comprises a bypass resistor in order not to completely turn off the sensor but to keep it in standby.
3. Meter according to claim 1 or 2, further comprising
- a wireless transmission system (8) for transmitting measurements made by the measuring circuit (6),
  - a charging pack (13) connected to the battery for storing energy to be released to the transmission system (8) in case of need,
  - a voltage regulating system (14, 15,16) operatively connected to the control unit (7), to the battery and to the charging pack,
- wherein the control unit (7) is adapted to control the voltage regulating system so as to regulate the charge of the charging pack (13).
4. Meter according to claim 3, wherein the voltage regulating system (14,15,16) comprises a booster circuit and wherein the control unit (7) is adapted to detect a charging voltage at the ends of the charging pack and to control the booster circuit so as to bring the charging voltage from the detected value to a specific value, greater than the supply voltage, within a specific transmission time.

5. Meter according to claim 4, wherein the booster circuit is adapted to limit the current supplied to the charging pack.
- 5 6. Meter according to claim 5, wherein the control unit is adapted to disconnect the booster circuit from the battery after said specific time, and once the transmission has occurred, to calculate a charging time period necessary to bring the charging voltage to the specific value from the value detected after the transmission and to restore the connection with the battery at a time defined as a function of said charging time  
10 period and of said transmission time.
7. Meter according to claim 5 or 6, further comprising a dc-dc converter connected between the charging pack and the transmission system in order to feed to the transmission system a constant supply voltage lower than the charge one, said dc-dc  
15 converter being operatively connected to the control unit (7), said control unit being configured for controlling said dc-dc converter so as to disconnect the transmission system from the battery pack when the transmission system is turned off.
8. Meter according to any claims 3 to 7, wherein the charging pack comprises N  
20 supercaps connected in series and wherein said specific charge value is set at  $NV_{max}$ , where N is an integer greater than or equal to 2, preferably equal to 2, and wherein  $V_{max}$  is the maximum rated voltage supported by one of said supercaps without being damaged.
- 25 9. Meter according to any claims 3 to 8, wherein the control unit is intended to go in standby and to wake up in order to take a measurement of the consumptions after a time period depending on the difference of the consumptions detected in at least two previous measurements, in particular it is intended to wake up more frequently if a gradient in the consumptions greater than a threshold is detected.

10. Meter according to any of the preceding claims, wherein the control unit comprises two microcontrollers connected to each other, a first microcontroller being dedicated to data transmission and a second microcontroller to metrology, wherein  
5 the second microcontroller has an architecture with power consumption lower than the first one.

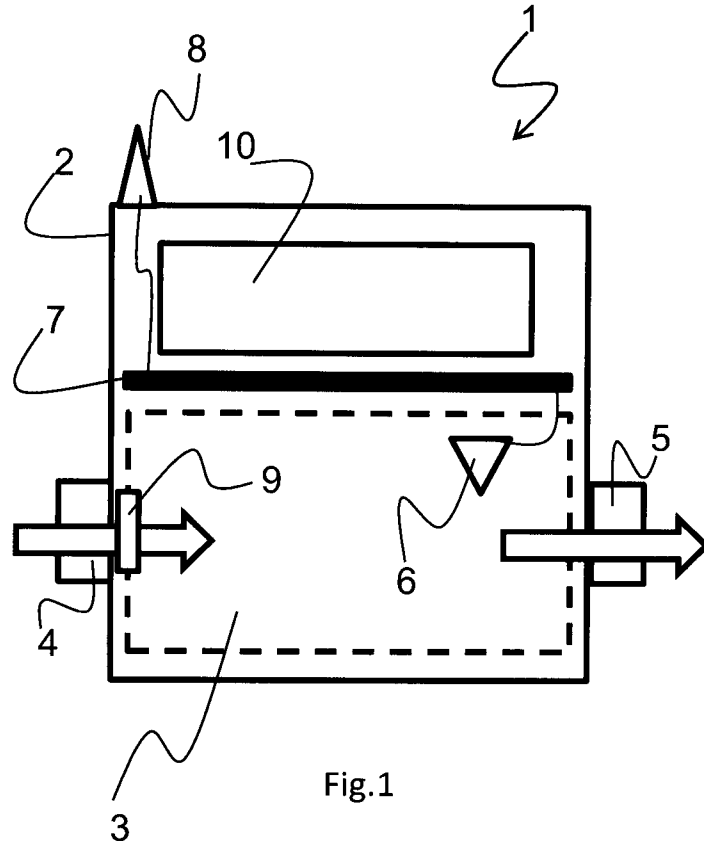


Fig.1

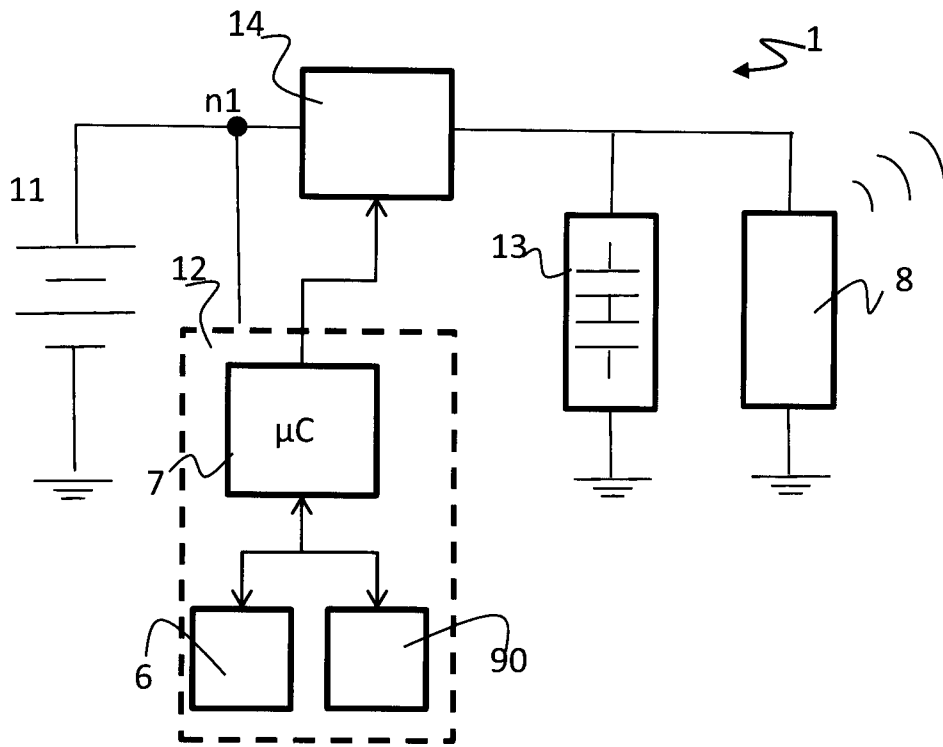


Fig.2

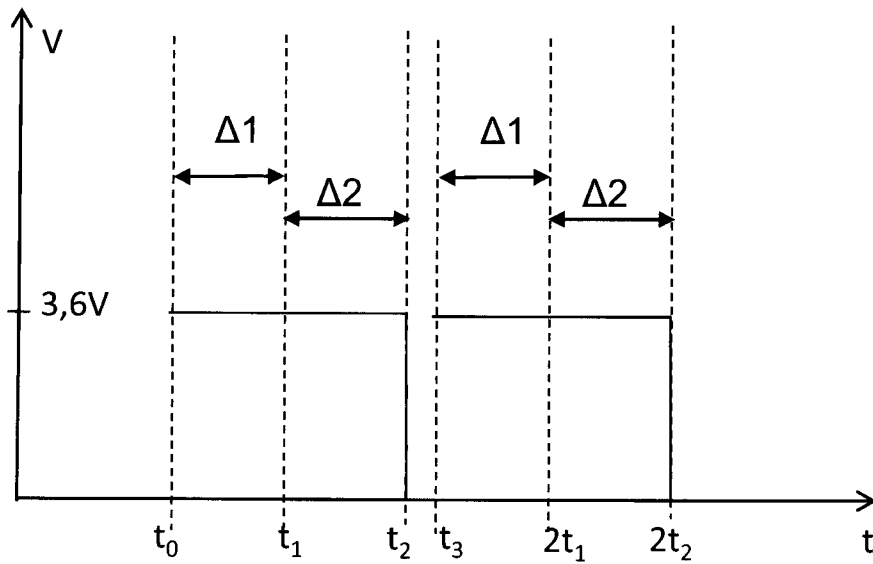


Fig.3

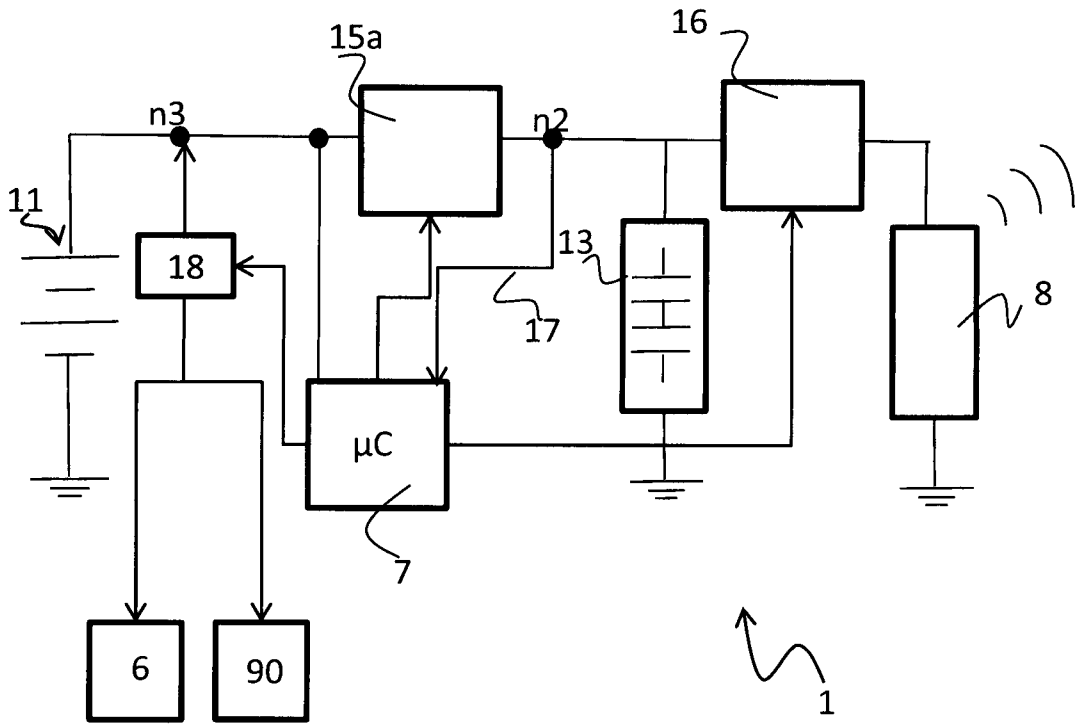
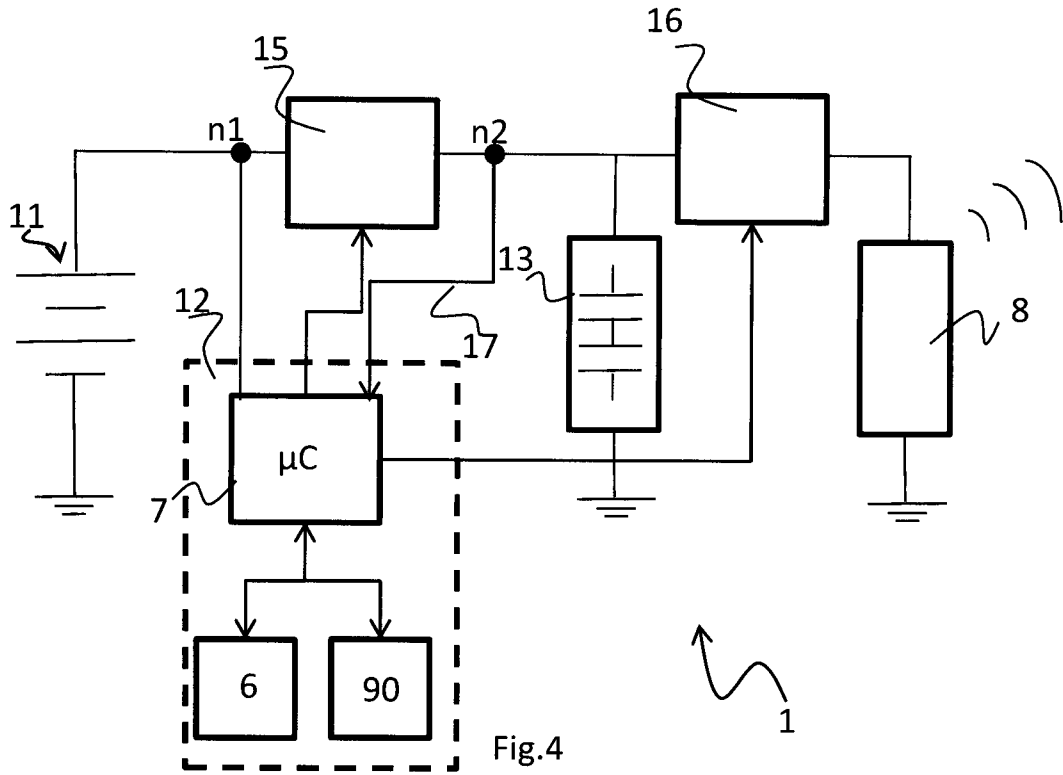


Fig.5

4/8

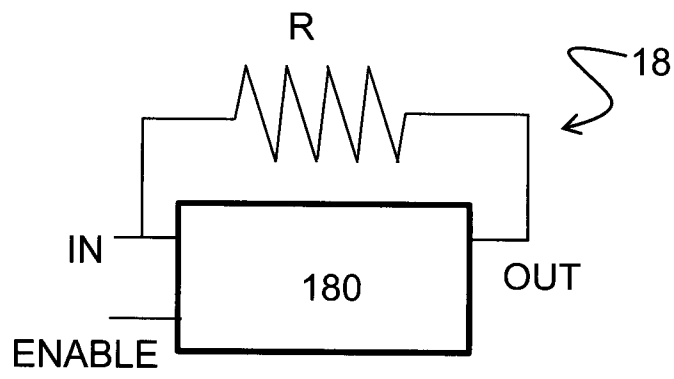


Fig. 6

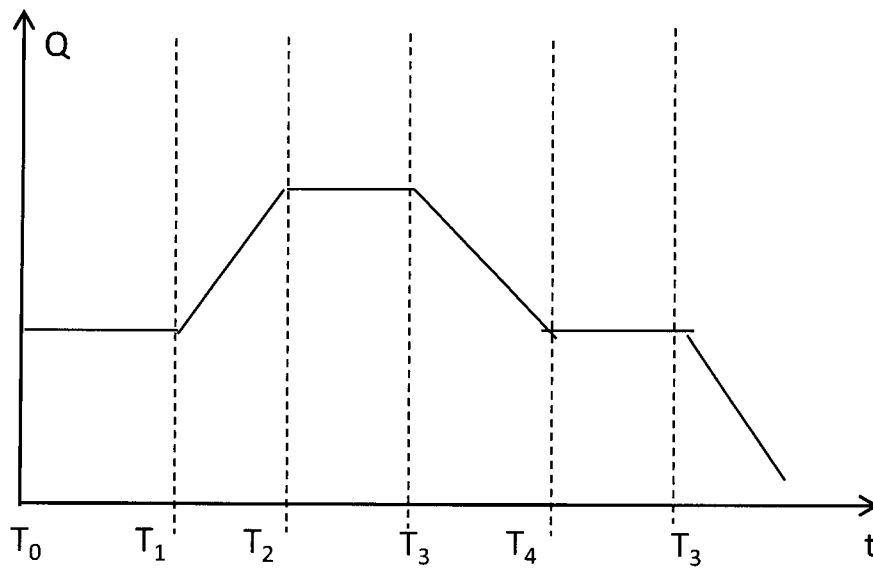


Fig.7

5/8

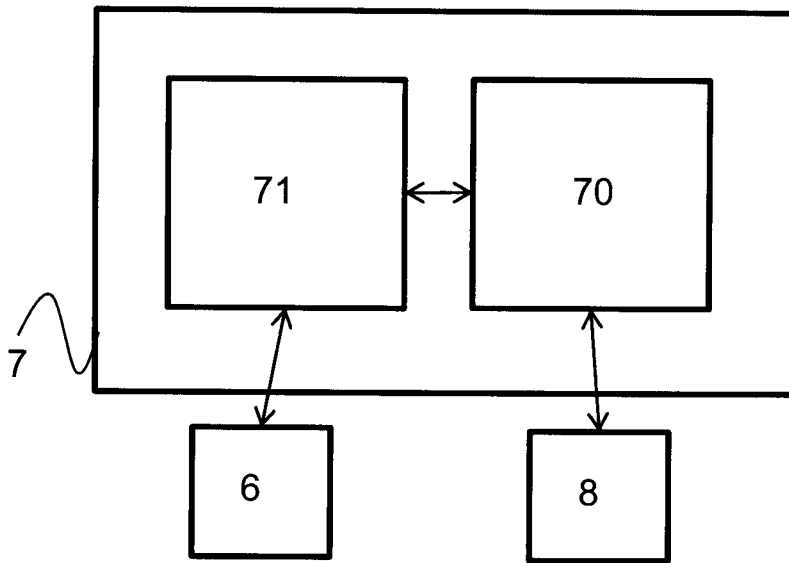


Fig. 8

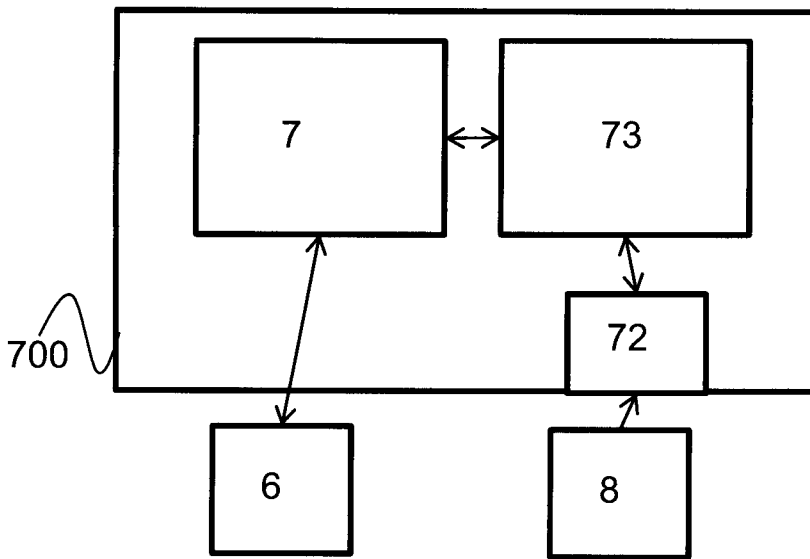


Fig.9

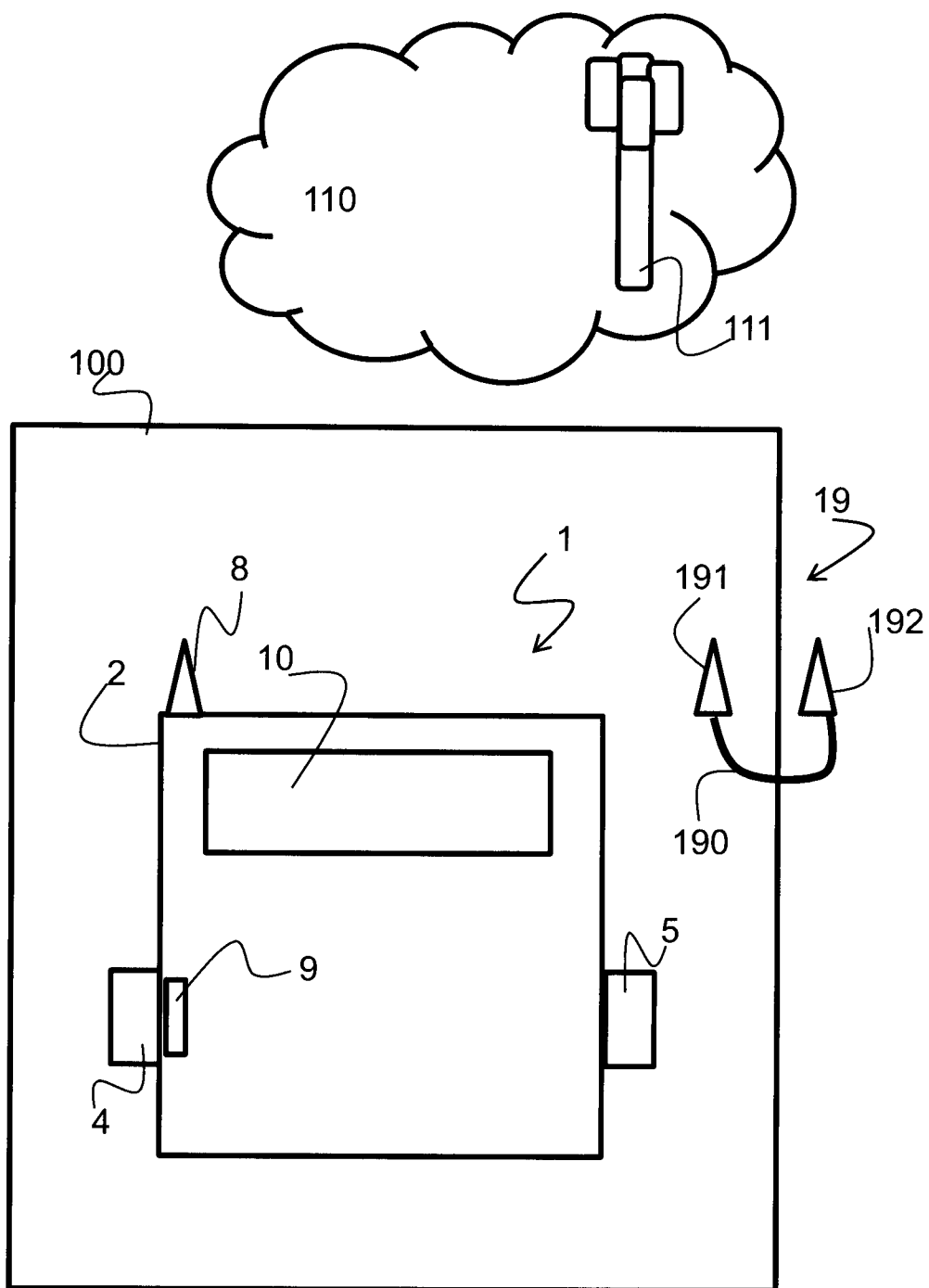


Fig. 10

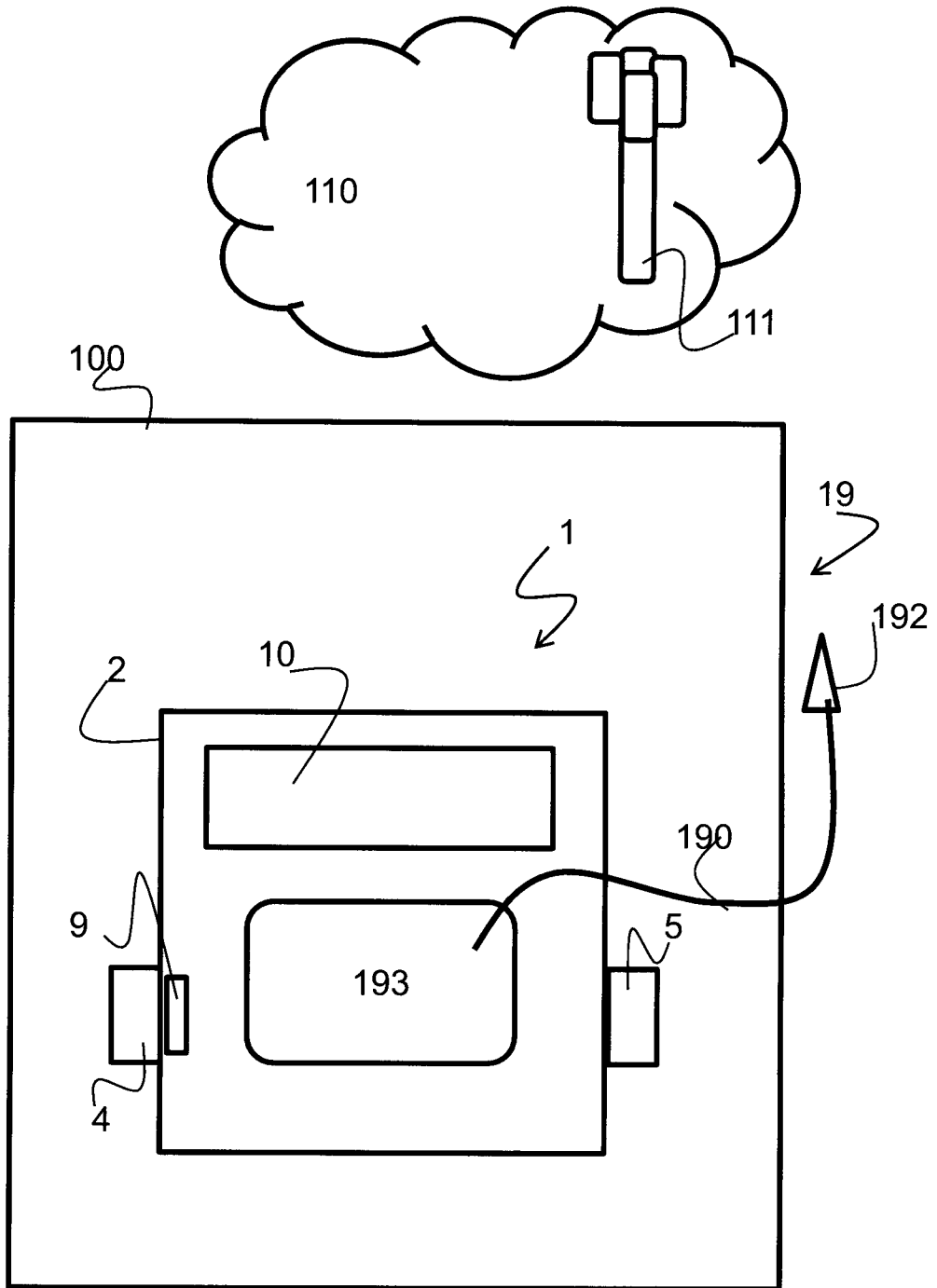


Fig. 11

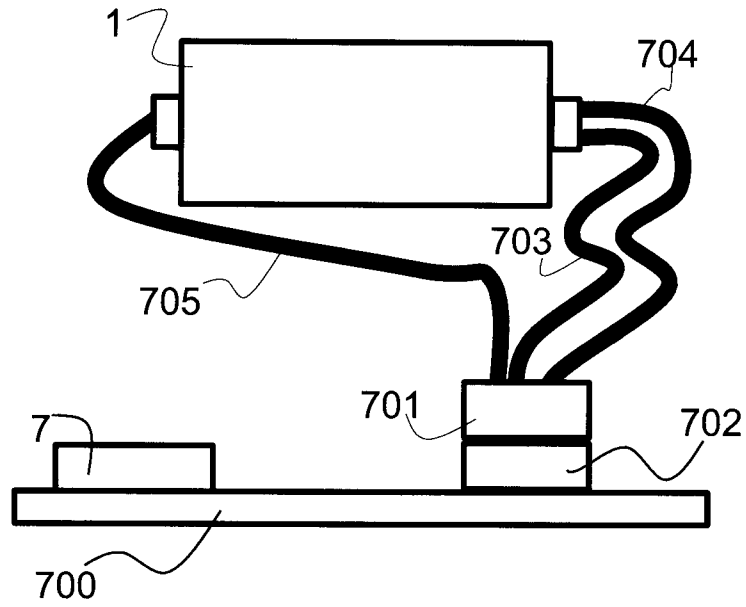


Fig. 12

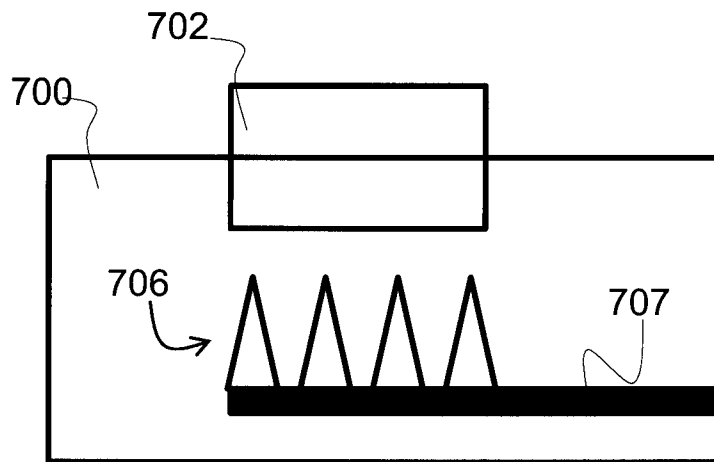


Fig. 13