ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102009901784089A1

Publication Date

20110517

Applicant

MAGNETI MARELLI S.P.A.

Title

METODO PER OPERARE UNA UNITA' ELETTRONICA DI CONTROLLO

Front page automatically generated by WIPO

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"METODO PER OPERARE UNA UNITA' ELETTRONICA DI CONTROLLO DURANTE UNA FASE DI CALIBRAZIONE"

di MAGNETI MARELLI S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIALE ALDO BORLETTI 61/63

CORBETTA (MI)

Inventori: GAROFALO Daniele, VALACCA Roberto, MARCECA Paolo

*** *** ***

SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad un metodo per operare una unità elettronica di controllo durante una fase di calibrazione.

La presente invenzione trova vantaggiosa applicazione ad una unità elettronica di controllo di un motore cui la trattazione che segue farà esplicito riferimento senza per questo perdere di generalità.

ARTE ANTERIORE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicata nel suo complesso una unità elettronica di controllo (denominata anche ECU - Electronic Control Unit) di un motore. L'unità 1 elettronica di controllo comprende un microprocessore 2 che è collegato con una memoria 3 di lavoro SRAM ("Static Random Access Memory"), la quale presenta una capacità di memoria ridotta (ad esempio dell'ordine di 48 Kbyte) ed una

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

elevata velocità di accesso in lettura/scrittura/cancellazione, e con una memoria 4 di archiviazione FLASH, la quale presenta una capacità di memoria elevata (ad esempio dell'ordine di 4 Mbyte) ed una ridotta velocità di accesso in lettura/scrittura/cancellazione. La memoria 4 di archiviazione FLASH rimane inalterata allo spegnimento della unità 1 elettronica di controllo ed è destinata a memorizzare in modo permanente sia il software di controllo che viene eseguito dal microprocessore 2, sia il valore dei parametri di calibrazione utilizzati dal software di controllo. Invece, la memoria 3 di lavoro SRAM è destinata a memorizzare i valori istantanei di variabili di processo utilizzate dal software di controllo.

Durante una fase di calibrazione (cioè di messa a punto) della unità 1 elettronica di controllo viene testato il corretto funzionamento del software di controllo e vengono stabiliti i valori ottimali dei parametri di calibrazione mediante delle prove reali in cui l'unità 1 elettronica di controllo sovraintende al funzionamento di un motore. A tale scopo, è necessario potere accedere in lettura ai valori istantanei delle variabili di processo normalmente memorizzate nella memoria 3 di lavoro SRAM ed ai valori dei parametri di calibrazione normalmente memorizzati nella memoria 4 di archiviazione FLASH, ed è

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

necessario potere accedere in scrittura (cioè modificare) i valori dei parametri di calibrazione normalmente memorizzati nella memoria 4 di archiviazione FLASH. Durante il funzionamento della unità 1 elettronica di controllo, l'accesso in lettura ai valori istantanei delle variabili di processo memorizzate nella memoria 3 di lavoro SRAM è possibile, in quanto la memoria 3 di lavoro SRAM permette un accesso in lettura ai singoli Byte. Durante il funzionamento della unità 1 elettronica di controllo, anche l'accesso in lettura ai valori dei parametri di calibrazione memorizzati nella memoria 4 di archiviazione FLASH è possibile, in quanto anche la memoria 4 di archiviazione FLASH permette un accesso in lettura ai singoli Byte (ad una velocità di lettura più lenta rispetto alla memoria 3 di lavoro SRAM). Invece, durante il funzionamento della unità 1 elettronica di controllo non è possibile l'accesso in scrittura ai parametri di calibrazione memorizzati nella memoria 4 di archiviazione FLASH, in quanto la memoria 4 di archiviazione FLASH permette una cancellazione (necessaria alla successiva riscrittura) solo per interi settori e con tempi di cancellazione e successiva riscrittura lunghi (a titolo di esempio, la riscrittura dei parametri di calibrazione memorizzati nella memoria 4 di archiviazione FLASH potrebbe richiedere un tempo dell'ordine di un secondo); durante il

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

tempo necessario alla cancellazione e successiva riscrittura dei parametri di calibrazione memorizzati nella memoria 4 di archiviazione FLASH, il software di controllo eseguito dal microprocessore 2 rimarrebbe privo dei valori dei parametri di calibrazione e quindi non potrebbe controllare in modo adeguato il motore che quindi si spegnerebbe (o comunque presenterebbe un funzionamento altamente irregolare che potrebbe anche provocare dei danneggiamenti).

Per permettere l'accesso in scrittura ai parametri di calibrazione durante il funzionamento della unità 1 elettronica di controllo, attualmente viene utilizzato un modulo 5 esterno di comunicazione (denominato "MEB - Memory Emulation Board"), il quale è provvisto di una memoria 6 di tipo bidirezionale ("Dual Port Ram") ad accesso rapido e di capacità relativamente elevata. Da un lato il modulo 5 esterno di comunicazione viene collegato al microprocessore 2 mediante un bus 7 di comunicazione, mentre dall'altro lato il modulo 5 esterno di comunicazione viene collegato ad un computer 8 esterno mediante una linea 9 di comunicazione di tipo seriale (ad esempio secondo lo standard "USB" oppure secondo lo standard "Ethernet"). Agendo sulla unità 10 di gestione della memoria ("MMU - Memory Management Unit") del microprocessore 2, gli indirizzi virtuali dei parametri di calibrazione utilizzati

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

dal software di controllo vengono fatti puntare alla memoria 6 del modulo 5 esterno di comunicazione invece che alla memoria 4 di archiviazione FLASH in modo completamente trasparente per il software di controllo stesso. In questo modo, per quanto riguarda i parametri di calibrazione il microprocessore 2 non lavora più con la memoria 4 di archiviazione FLASH, ma lavora con la memoria 6 del modulo 5 esterno di comunicazione in modo completamente trasparente per il software di controllo. Di conseguenza, dal computer 8 esterno che è collegato al modulo 5 esterno di comunicazione è possibile leggere e soprattutto modificare in modo estremamente rapido e senza coinvolgere il microprocessore 2 i valori dei parametri di calibrazione anche durante il funzionamento della unità 1 elettronica di controllo.

Tuttavia, il modulo 5 esterno di comunicazione presenta l'inconveniente di essere molto costoso, in quanto è un componente elettronico dedicato che viene realizzato in quantità molto limitate. Inoltre, per potere garantire l'adeguata velocità di accesso alla memoria 6 da parte del microprocessore 2 è necessario collegare il modulo 5 esterno di comunicazione al microprocessore 2 mediante un bus 7 di comunicazione che impegna un elevato numero (almeno venti-trenta) di piedini (PIN) del microprocessore 2. Di conseguenza, solo per le necessità di calibrazione è

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

necessario che il microprocessore 2 sia dotato di un elevato numero di piedini liberi da destinare al bus 7 di comunicazione dedicato al modulo 5 esterno di comunicazione con un conseguente aumento dei costi di produzione del microprocessore 2; è importante sottolineare che questo aumento di complessità (quindi di costo) del microprocessore 2 non porta alcun vantaggio al controllo del motore durante la normale vita operativa dell'unità 1 elettronica di controllo ma è unicamente destinato a permettere l'effettuazione della calibrazione.

DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è fornire un metodo per operare una unità elettronica di controllo durante una fase di calibrazione, il quale metodo sia privo degli inconvenienti sopra descritti ed, in particolare, sia di facile ed economica implementazione.

Secondo la presente invenzione viene fornito un metodo per operare una unità elettronica di controllo durante una fase di calibrazione secondo quanto rivendicato dalle rivendicazioni allegate.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La presente invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano alcuni esempi di attuazione non limitativi, in cui:

- la figura 1 è una vista schematica di una unità elettronica

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

di controllo durante una fase di calibrazione che viene eseguita secondo modalità nota e compresa nello stato dell'arte;

- la figura 2 è una vista schematica di una unità elettronica di controllo durante una fase di calibrazione che viene eseguita secondo la presente invenzione;
- la figura 3 è una vista schematica di un utilizzo di una memoria di archiviazione FLASH della unità elettronica di controllo durante la fase di calibrazione; e
- le figure 4, 5 e 6 sono tre viste schematiche di alternative forme di attuazione della unità elettronica di controllo della figura 2.

FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 2, con il numero 1 è indicata nel suo complesso una unità elettronica di controllo (denominata anche ECU - Electronic Control Unit) di un motore. L'unità 1 elettronica di controllo comprende un microprocessore 2 che è collegato con una memoria 3 di lavoro SRAM ("Static Random Access Memory"), la quale presenta una capacità di memoria ridotta (ad esempio dell'ordine di 48 Kbyte) ed una elevata velocità di accesso in lettura/scrittura/cancellazione, e con una memoria 4 di archiviazione FLASH, la quale presenta una capacità di memoria elevata (ad esempio dell'ordine di 4 Mbyte) ed una ridotta velocità di accesso in

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

lettura/scrittura/cancellazione. La memoria 4 di archiviazione FLASH rimane inalterata allo spegnimento della unità 1 elettronica di controllo ed è destinata a memorizzare in modo permanente sia il software di controllo che viene eseguito dal microprocessore 2, sia il valore dei parametri di calibrazione utilizzati dal software di controllo. Invece, la memoria 3 di lavoro SRAM è destinata a memorizzare temporaneamente i valori istantanei di variabili di processo utilizzate dal software di controllo.

La memoria 3 di lavoro SRAM è un tipo di RAM volatile che non necessita di refresh. I banchi di memorie SRAM consentono di mantenere le informazioni per un tempo teoricamente infinito, hanno bassi tempi di lettura e bassi consumi, specialmente in condizioni statiche. La necessità di usare molti componenti per cella le rende però costose. La memoria FLASH è una tipologia di EEPROM, quindi di memoria non volatile, che per le sue prestazioni può anche essere usata come memoria a lettura-scrittura.

Durante una fase di calibrazione (cioè di messa a punto) della unità 1 elettronica di controllo viene testato il corretto funzionamento del software di controllo e vengono stabiliti i valori ottimali dei parametri di calibrazione mediante delle prove reali in cui l'unità 1 elettronica di controllo sovraintende al funzionamento di un motore. A tale scopo, è necessario potere accedere in

lettura ai valori istantanei delle variabili di processo normalmente memorizzate nella memoria 3 di lavoro SRAM ed ai valori dei parametri di calibrazione normalmente memorizzati nella memoria 4 di archiviazione FLASH, ed è necessario potere accedere in scrittura (cioè modificare) i valori dei parametri di calibrazione normalmente memorizzati nella memoria 4 di archiviazione FLASH.

Per consentire il sopra descritto accesso ai valori istantanei delle variabili di processo ed ai parametri di calibrazione, al microprocessore 2 della unità 1 elettronica di controllo viene collegato un computer 8 esterno mediante una linea 9 di comunicazione che opera secondo lo standard "CAN - Car Area Network".

Durante la fase di calibrazione, l'accesso in lettura ai valori istantanei delle variabili di processo memorizzate nella memoria 3 di lavoro SRAM è possibile, in quanto la memoria 3 di lavoro SRAM permette un accesso in lettura ai singoli Byte. Durante il funzionamento della unità 1 elettronica di controllo, anche l'accesso in lettura ai valori dei parametri di calibrazione memorizzati nella memoria 4 di archiviazione FLASH è possibile, in quanto anche la memoria 4 di archiviazione FLASH permette un accesso in lettura ai singoli Byte (ad una velocità di lettura più lenta rispetto alla memoria 3 di lavoro SRAM).

Secondo quanto illustrato nella figura 3, la memoria 4

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

di archiviazione FLASH viene suddivisa in una area S in cui viene memorizzato il software di controllo ed in una area C in cui vengono memorizzati i valori dei parametri di calibrazione; a sua volta, l'area C viene divisa in due pagine C1 e C2 tra loro identiche e ridondanti e ciascuna delle quali è atta a memorizzare tutti i parametri di calibrazione. Durante il funzionamento standard i parametri di calibrazione vengono memorizzati nella pagina C1 (o nella pagina C2) e la pagina C2 (o la pagina C1) non viene utilizzata in alcun modo dal microprocessore 2. Invece, durante il funzionamento in calibrazione, le due pagine C1 e C2 vengono utilizzate in modo alternato dal microprocessore 2: ad esempio inizialmente i parametri di calibrazione vengono memorizzati nella pagina C1 mentre la pagina C2 viene mantenuta pulita, quando è necessario modificare il valore di uno o più parametri di calibrazione i valori di tutti i parametri di calibrazione (ovviamente effettuando contestualmente l'aggiornamento) vengono scritti nella pagina C2 e quando la scrittura della pagina C2 è completa allora il microprocessore 2 smette di lavorare con la pagina C1 ed inizia a lavorare con la pagina C2 (quindi la pagina C1 può venire cancellata per essere pronta per un futura riscrittura). E' importante osservare le due pagine C1 e C2 dell'area C stanno su due partizioni "read-while-write" differenti in modo tale che

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

una pagina C1 o C2 possa venire letta mentre l'altra pagina C2 o C1 viene scritta e viceversa; inoltre, anche l'area C e l'area S stanno su due partizioni "read-while-write" differenti in modo tale che l'area S possa venire letta senza interruzioni mentre una pagina C1 o C2 dell'area C viene scritta.

In altre parole, vengono utilizzate due pagine C1 e C2 della memoria 4 di archiviazione FLASH che stanno su due partizioni "read-while-write" differenti. Durante la calibrazione, il microprocessore 2 accede ad una sola pagina C1 o C2 per leggere i valori dei parametri di calibrazione mentre l'altra pagina C2 o C1 è a disposizione; quando è necessario modificare il valore di uno o più parametri di calibrazione, viene eseguita una copia della pagina C1 o C2 in uso nella pagina C2 o C1 a disposizione aggiornando il valore del parametro di calibrazione da modificare. Al termine della copia, la memoria 4 di archiviazione FLASH smette di lavorare con la "vecchia" pagina C1 o C2 contenente i valori non aggiornati dei parametri di calibrazione ed inizia a lavorare con la "nuova" pagina C2 o C1 contenente i valori aggiornati dei parametri di calibrazione

Per modificare la pagina C1 o C2 utilizzata dal microprocessore 2, interviene una unità 10 di gestione della memoria ("MMU - Memory Management Unit") del

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

microprocessore 2 che modifica il puntamento degli indirizzi virtuali dei parametri di calibrazione utilizzati dal software di controllo in modo completamente trasparente per il software di controllo stesso. In altre parole, l'unità 10 di gestione della memoria può fare indifferentemente puntare gli indirizzi virtuali dei parametri di calibrazione utilizzati dal software di controllo alla pagina C1 oppure alla pagina C2.

E' importante osservare che il cambio di pagina C1 o C2 utilizzata dal microprocessore 2 (cioè la modifica del puntamento degli indirizzi virtuali dei parametri di calibrazione utilizzati dal software di controllo effettuata dalla unità 10 di gestione della memoria) è estremamente veloce e non pregiudica in alcun modo il controllo motore effettuato dalla unità 1 elettronica di controllo; quindi il cambio di pagina C1 o C2 utilizzata dal microprocessore 2 può avvenire in qualunque momento durante la fase di calibrazione permettendo quindi di modificare il valore di uno o più parametri di calibrazione mentre unità 1 elettronica di controllo controlla un motore.

Nella forma di attuazione illustrata nella figure 2, il microprocessore 2 della unità 1 elettronica di controllo è collegato al computer 8 esterno mediante la linea 9 di comunicazione che opera secondo lo standard "CAN"; lo

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

standard "CAN" presenta delle prestazioni (principalmente una velocità di trasmissione dei dati) sufficienti per le funzioni di calibrazione, ma comunque non ottimali, in quanto potrebbe essere desiderabile una maggiore velocità di trasmissione dei dati. Secondo l'alternativa forma di attuazione illustrata nella figura 4, invece dello standard "CAN" la linea 9 di comunicazione utilizza uno standard di comunicazione seriale sincrono di tipo "SPI"; ad esempio, è possibile utilizzare lo standard "Nexus" oppure lo standard "JTAG" che sono tipici e generalmente presenti in questo genere di microprocessori. Ad oggi le interfacce di comunicazione presenti su un personal computer commerciale sono seriali (tipicamente secondo gli standard "Ethernet" ed "USB"), quindi lungo la linea 9 di comunicazione è necessario introdurre un ponte 11 (generalmente integrato all'interno della unità 1 elettronica di controllo) che traduce il segnale seriale sincrono di tipo "SPI" in un segnale Ethernet o USB e viceversa. Un protocollo utilizzabile per la comunicazione lungo la linea 9 di comunicazione potrebbe essere il protocollo "XCP on Ethernet" che è standard ed è ampiamente supportato da tutti gli applicativi per Personal Computer che gestiscono le calibrazioni di una unità elettronica di controllo di un motore.

E' importante osservare che sia lo standard "CAN", sia

gli standard di comunicazione seriale sincrono di tipo "SPI" impegnano un ridotto numero (generalmente non più di due o tre) di piedini (PIN) del microprocessore 2; in questo modo, la fase di calibrazione non comporta un aumento della complessità, e quindi del costo, del microprocessore 2.

Inoltre, è importante osservare che il ponte 11 non dipende dal microprocessore 2 utilizzato ma solo dall'interfaccia di comunicazione verso il computer 8 esterno, quindi lo stesso ponte 11 può venire utilizzato per microprocessori 2 diversi.

Le forme di attuazione sopra descritte ed illustrate nelle figure 2 e 4 richiedono che la memoria 4 di archiviazione FLASH della unità 1 elettronica di controllo sia in grado di supportate la doppia pagina C1 e C2 per memorizzare i valori dei parametri di calibrazione. Se invece la memoria 4 di archiviazione FLASH della unità 1 elettronica di controllo non è in grado di supportate la doppia pagina C1 e C2 per memorizzare i valori dei parametri di calibrazione (ad esempio per una insufficiente capacità di memoria, per assenza della funzionalità "read-while-write", oppure per l'assenza della unità 10 di gestione della memoria), è necessario utilizzare le forma di attuazione illustrate nelle figure 5 e 6 sotto descritte.

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

Secondo la forma di attuazione illustrata nella figura 5, l'unità 1 elettronica di controllo comprende una ulteriore memoria 12 supplementare SRAM, la quale è dimensionata per contenere i valori dei parametri di calibrazione e viene utilizzata unicamente durante la fase di calibrazione. In particolare, solo durante la fase di calibrazione i valori dei parametri di calibrazione vengono memorizzati nella memoria 12 supplementare SRAM, mentre durante il normale utilizzo i valori dei parametri di calibrazione vengono memorizzati nella memoria 4 di archiviazione FLASH. La memoria 12 supplementare SRAM permette un accesso in lettura/scrittura/cancellazione ai singoli Byte molto rapido, quindi è possibile intervenire per modificare direttamente il valore di un singolo parametro di calibrazione in modo estremamente rapido anche quando l'unità 1 elettronica di controllo controlla il motore. Quindi, l'aggiornamento del valore di un parametro di calibrazione è sostanzialmente immediato, senza dover aspettare di riscrivere tutto un blocco di memoria.

Rimane ancora uno svantaggio nelle forme di attuazione illustrate nelle figure 2, 4 e 5: il microprocessore 2 della unità 1 elettronica di controllo deve sostenere il carico di lavoro derivante dal colloquio con computer 8 esterno; è importante sottolineare che tale carico di lavoro è sopportabile dal microprocessore 2 anche durante

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

il controllo del motore, anche se può provocare saltuariamente dei rallentamenti nel controllo del motore stesso. Per sgravare il microprocessore 2 dal carico di lavoro derivante dal colloquio con computer 8 esterno è stata pensata la forma di attuazione illustrata nella figura 6, in cui viene utilizzato un ponte 11 "intelligente", cioè dotato di un proprio microprocessore 13 che gestisce la comunicazione verso il computer 8 esterno. In questo modo, sostanzialmente tutto il carico di lavoro derivante dal colloquio con computer 8 esterno viene sostenuto dal microprocessore 13 del ponte 11 "intelligente".

E' importante osservare che l'unità 1 elettronica di controllo dotata della memoria 12 supplementare SRAM è tipicamente una unità 1 elettronica di controllo "speciale" che viene utilizzata solo durante le fasi di calibrazione; invece le unità 1 elettroniche di controllo utilizzate per la normale produzione sono prive della memoria 12 supplementare SRAM. Tale situazione dovuta al fatto che la memoria 12 supplementare SRAM è molto costosa in quanto deve presentare una capacità di memoria elevata per potere memorizzare i valori di tutti i parametri di calibrazione.

Nell'esempio sopra descritto, l'unità 1 elettronica di controllo viene utilizzata per il controllo di un motore termico di un veicolo; in alternativa, l'unità 1

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

elettronica di controllo può venire utilizzate per il controllo di un diverso tipo di componente del veicolo (ad esempio una trasmissione manuale automatica o AMT).

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

RIVENDICAZIONI

1) Metodo per operare una unità (1) elettronica di controllo durante una fase di calibrazione; il metodo comprende le fasi di:

dividere una area (C) di una memoria (4) di archiviazione FLASH collegata ad un microprocessore (2) in due pagine (C1,C2) tra loro identiche e ridondanti e ciascuna delle quali è atta a memorizzare tutti i parametri di calibrazione utilizzati da un software di controllo; ed

utilizzare le due pagine (C1,C2) in modo alternato in modo tale che una prima pagina (C1;C2) contenga i valori dei parametri di calibrazione e venga interrogata dal microprocessore (2) mentre una seconda pagina (C2; C1) sia pulita ed a disposizione per memorizzare dei valori aggiornati dei parametri di calibrazione.

2) Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui una fase di aggiornamento dei valori dei parametri di calibrazione comprende le ulteriori fasi di:

scrivere i valori aggiornati dei parametri di calibrazione nella seconda pagina (C2; C1) mentre la prima pagina (C1;C2) continua a venire interrogata dal microprocessore (2);

fare interrogare dal microprocessore (2) la seconda pagina (C2; C1) invece della prima pagina (C1;C2) quando la scrittura della seconda pagina (C2; C1) è stata completata;

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

e

cancellare la prima pagina (C1;C2) in modo da preparare la prima pagina (C1;C2) stessa a ricevere il prossimo aggiornamento dei valori dei parametri di calibrazione.

3) Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2 comprendente l'ulteriore fase di disporre le due pagine (C1,C2) su due partizioni "read-while-write" differenti in modo tale che la prima pagina (C1;C2) possa venire letta mentre l'altra pagina (C2;C1) viene scritta e viceversa.

4) Metodo secondo la rivendicazione 1, 2 o 3 comprendente l'ulteriore fase di utilizzare una unità (10) di gestione della memoria del microprocessore (2) che modifica il puntamento degli indirizzi virtuali dei parametri di calibrazione utilizzati da un software di controllo per alternare l'utilizzo delle due pagine (C1,C2).

5) Metodo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 4 comprendente l'ulteriore fase di dividere la memoria (4) di archiviazione FLASH in una prima area (S) in cui viene memorizzato un software di controllo ed in una seconda area (C) in cui vengono create le due pagine (C1,C2) per i valori dei parametri di calibrazione; la seconda area (C) e prima area (S) stanno su due partizioni "read-while-write" differenti in modo tale che la prima area (S) possa venire

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

letta senza interruzioni mentre una pagina (C1,C2) della prima area (S) viene scritta.

6) Metodo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 5 comprendente le ulteriori fasi di:

collegare al microprocessore (2) della unità (1) elettronica di controllo un computer (8) esterno mediante una linea (9) di comunicazione; ed

accedere alla memoria (3) di lavoro SRAM dal computer (8) esterno attraverso la linea (9) di comunicazione.

7) Metodo secondo la rivendicazione 6, in cui la linea (9) di comunicazione opera secondo lo standard "CAN".

8) Metodo secondo la rivendicazione 6, in cui la linea (9) di comunicazione opera secondo uno standard di comunicazione seriale sincrono di tipo "SPI".

9) Metodo secondo la rivendicazione 8 comprendente le ulteriori fasi di:

collegare la linea (9) di comunicazione ad una porta seriale di tipo Ethernet o USB del computer (8) esterno; ed

interporre nella linea (9) di comunicazione un ponte (11) che traduce il segnale seriale sincrono di tipo "SPI" in un segnale Ethernet o USB e viceversa.

10) Metodo secondo la rivendicazione 9, in cui il ponte (11) è "intelligente" ed è dotato di un proprio microprocessore (13) che gestisce la comunicazione verso il computer (8) esterno in modo indipendente dal

microprocessore (2) dell'unità (1) elettronica di controllo.

11) Metodo secondo la rivendicazione 9 o 10, in cui lo standard di comunicazione seriale sincrono di tipo "SPI" è lo standard "Nexus" oppure lo standard "JTAG.

12) Metodo per operare una unità (1) elettronica di controllo durante una fase di calibrazione; l'unità (1) elettronica di controllo comprende un microprocessore (2); una memoria (3) di lavoro SRAM; ed una memoria (4) di archiviazione FLASH che normalmente contiene un software di controllo ed i valori dei parametri di calibrazione utilizzati dal software di controllo; il metodo comprende le fasi di:

aggiungere, unicamente durante la fase di calibrazione, alla unità (1) elettronica di controllo una memoria (12) supplementare SRAM, la quale è dimensionata per contenere i valori dei parametri di calibrazione e viene utilizzata;

utilizzare, unicamente durante la fase di calibrazione, la memoria (12) supplementare SRAM per contenere i valori dei parametri di calibrazione; e

collegare ad un microprocessore (2) della unità (1) elettronica di controllo un computer (8) esterno mediante una linea (9) di comunicazione che opera secondo uno standard di comunicazione seriale sincrono di tipo "SPI"

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

per accedere in lettura/scrittura alla memoria (12) supplementare SRAM.

13) Metodo secondo la rivendicazione 12 comprendente le ulteriori fasi di:

collegare la linea (9) di comunicazione ad una porta seriale di tipo Ethernet o USB del computer (8) esterno; ed

interporre nella linea (9) di comunicazione un ponte (11) che traduce il segnale seriale sincrono di tipo "SPI" in un segnale Ethernet o USB e viceversa.

14) Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui il ponte (11) è "intelligente" ed è dotato di un proprio microprocessore (13) che gestisce la comunicazione verso il computer (8) esterno in modo indipendente dal microprocessore (2) dell'unità (1) elettronica di controllo.

15) Metodo secondo la rivendicazione 12, 13 o 14, in cui lo standard di comunicazione seriale sincrono di tipo "SPI" è lo standard "Nexus" oppure lo standard "JTAG.

p.i. MAGNETI MARELLI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN

CLAIMS

1) Method for operating an electronic control unit (1) during a calibration phase; the method comprises the steps of:

dividing an area (C) of a FLASH storage memory (4) connected to a microprocessor (2) in two pages (C1, C2) between them identical and redundant, each of which is aimed at storing all the calibration parameters used by a control software; and

using the two pages (C1, C2) alternately so that a front page (C1, C2) contains the values of calibration parameters and is interrogated by the microprocessor (2) while a second page (C2, C1) is clean and available to store the updated values of the calibration parameters.

2) The method according to claim 1, wherein a process of updating the values of the calibration parameters comprises the further steps of:

writing the updated values of the calibration parameters on the second page (C2, C1) while the first page (C1, C2) continues to be interrogated by the microprocessor (2);

making the microprocessor (2) interrogate the second page (C2, C1) instead of the first page (C1, C2) when the writing of the second page (C2, C1) has been completed; and

deleting the first page (C1, C2) in order to prepare

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987/BM)

the first page (C1, C2) itself to receive the next update values of the calibration parameters.

3) The method according to claim 1 or 2 comprising the further step of having the two pages (C1, C2) on two different read-while-write partitions so that the front page (C1, C2) can be read while the other page (C2, C1) is written and vice versa.

4) The method according to claim 1, 2 or 3 comprising the further step of using a management unit (10) of the memory of the microprocessor (2) which amends the pointing of the virtual address of the calibration parameters used by a control software to alternate the use of the two pages (C1, C2).

5) Method according to one of the claims from 1 to 4, comprising the further step of dividing the FLASH storage memory (4) in a first area (S) that stores a control software and a second area (C) in which the two pages (C1, C2) for the values of the calibration parameters are created; the second area (C) and the first area (S) lie on two different read-while-write partitions so that the first area (S) can be viewed without interruption while a page (C1, C2) of the first area (S) is written.

6) Method according to one of the claims from 1 to 5, comprising the further steps of:

connecting to the microprocessor (2) of the electronic

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987/BM)

control unit (1) an external computer (8) via a communication line (9) and

accessing the working SRAM memory (3) of the external computer (8) through the communication line (9).

7) Method according to claim 6, wherein the communication line (9) operates according to the "CAN" standard.

8) Method according to claim 6, wherein the communication line (9) operates according to a standard synchronous serial communication type "SPI".

9) Method according to claim 8, comprising the further steps of:

connecting the communication line (9) to a serial Ethernet or USB port of the external computer (8); and

interposing in the communication line (9) a bridge (11) that translates the synchronous serial "SPI" signal in a USB or Ethernet signal and vice versa.

10) Method according to claim 9, wherein the bridge (11) is "intelligent" and has its own microprocessor (13) that handles the communication to the external computer (8) independently from the microprocessor (2) of the electronic control unit (1).

11) Method according to claim 9 or 10, wherein the standard of synchronous serial communication type "SPI" is the "Nexus" standard or the "JTAG" standard.

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987/BM)

12) Method for operating one electronic control unit (1) during a calibration phase; the electronic control unity (1) comprises a microprocessor (2), a working SRAM memory (3), and a FLASH storage memory (4) that normally contains a control software and the values of the calibration parameters used by the control software; the method comprises the steps of:

adding, only during the calibration phase, to the electronic control unit (1) an additional SRAM memory (12), which is sized to hold the values of the calibration parameters and is used;

using, only during the calibration phase, the additional SRAM memory (12) to hold the values of the calibration parameters, and

connecting to a microprocessor (2) of the electronic control unit (1) an external computer (8) via a communication line (9) that operates on a synchronous serial communication standard such as "SPI" to access read / write access to additional SRAM memory (12).

13) Method according to claim 12, comprising the further steps of:

connecting the communication line (9) to a serial Ethernet or USB port of the external computer (8); and

interposing in the communication line (9) a bridge (11) that translates the synchronous serial "SPI" signal

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987/BM)

into a USB or Ethernet signal and vice versa.

14) Method according to claim 13, wherein the bridge (11) is "intelligent" and has its own microprocessor (13) that handles the communication to the external computer (8) independently by the microprocessor (2) of the electronic control unit (1).

15) Method according to claim 12, 13 or 14, wherein the standard of synchronous serial communication type "SPI" is the "Nexus" standard or the "JTAG" standard.

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987/BM)

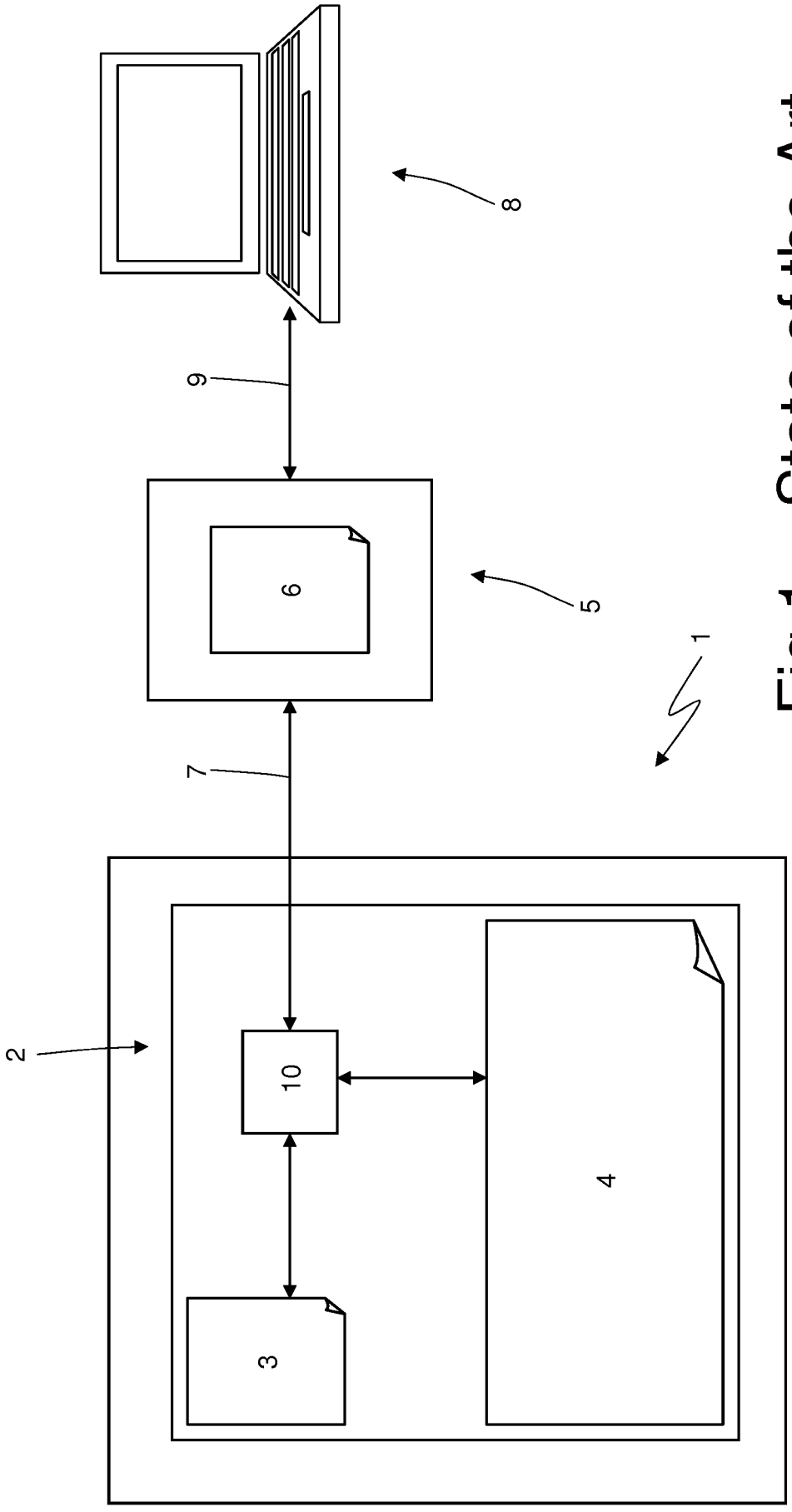


Fig.1 – State of the Art

p.i. MAGNETI MARELLI S.P.A.
Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987/BM)

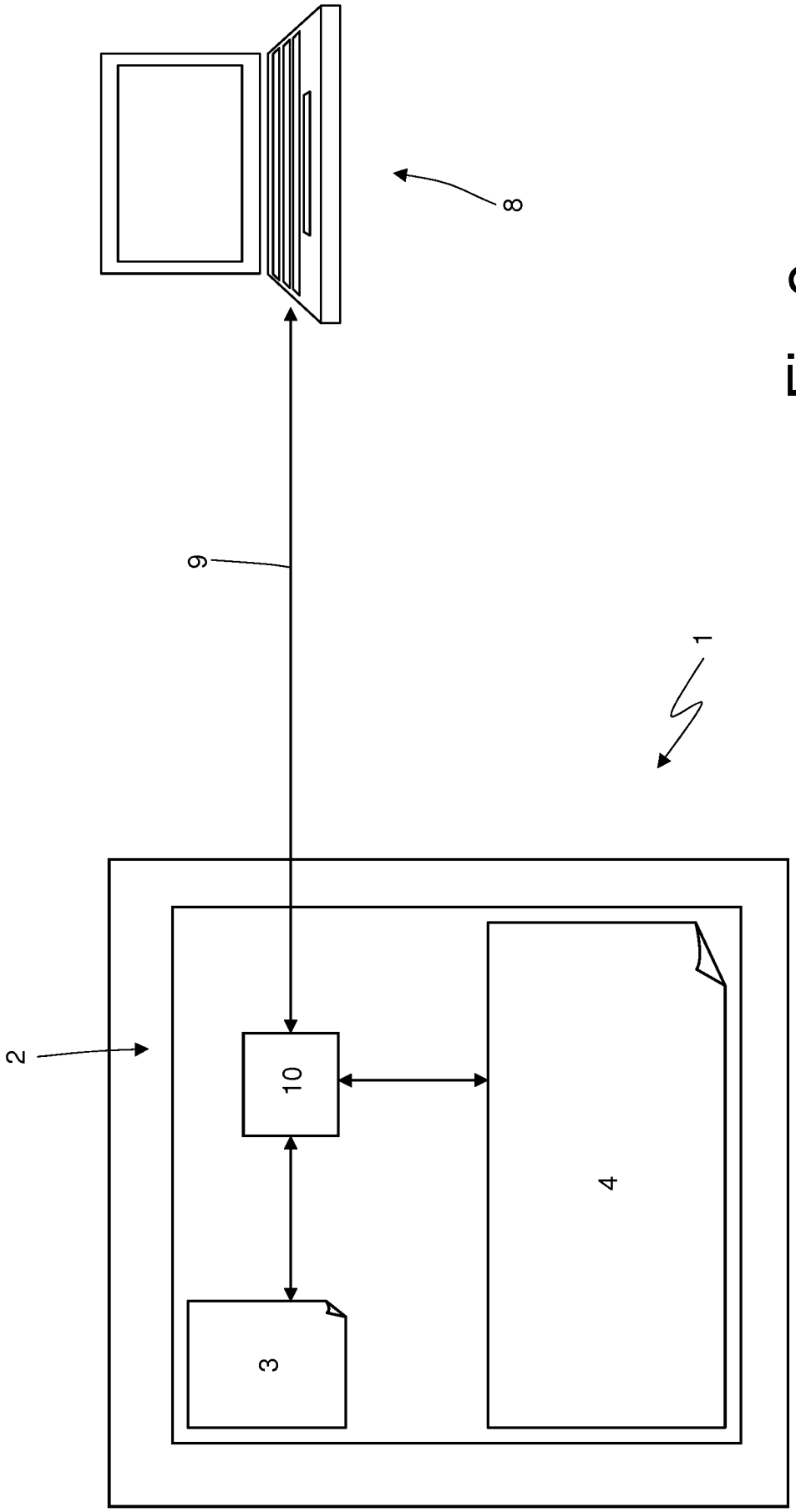


Fig.2

p.i. MAGNETI MARELLI S.P.A.
Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987/BM)

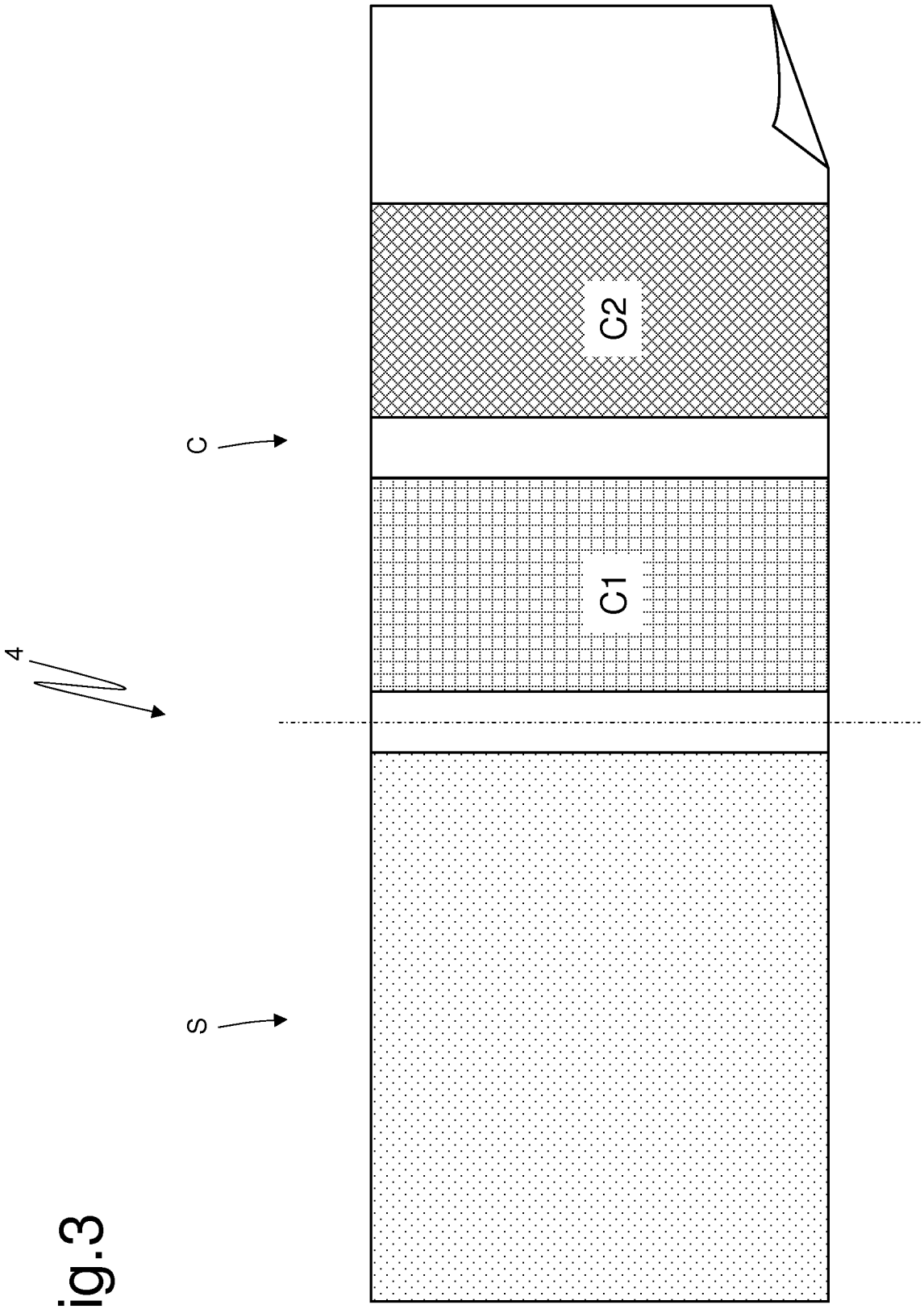


Fig.3

p.i. MAGNETI MARELLI S.P.A.
Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987/BM)

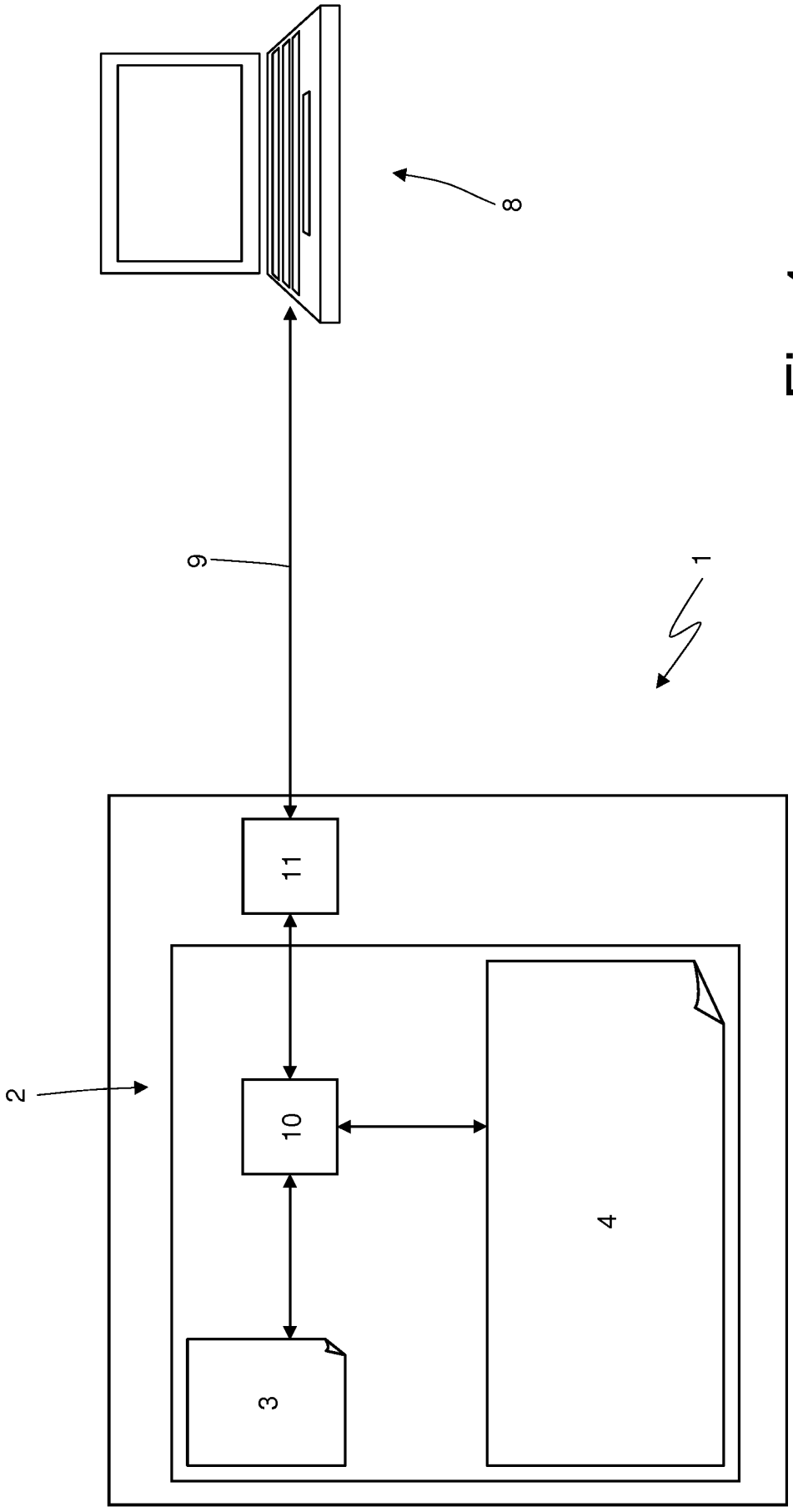


Fig.4

p.i. MAGNETI MARELLI S.P.A.
Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987/BM)

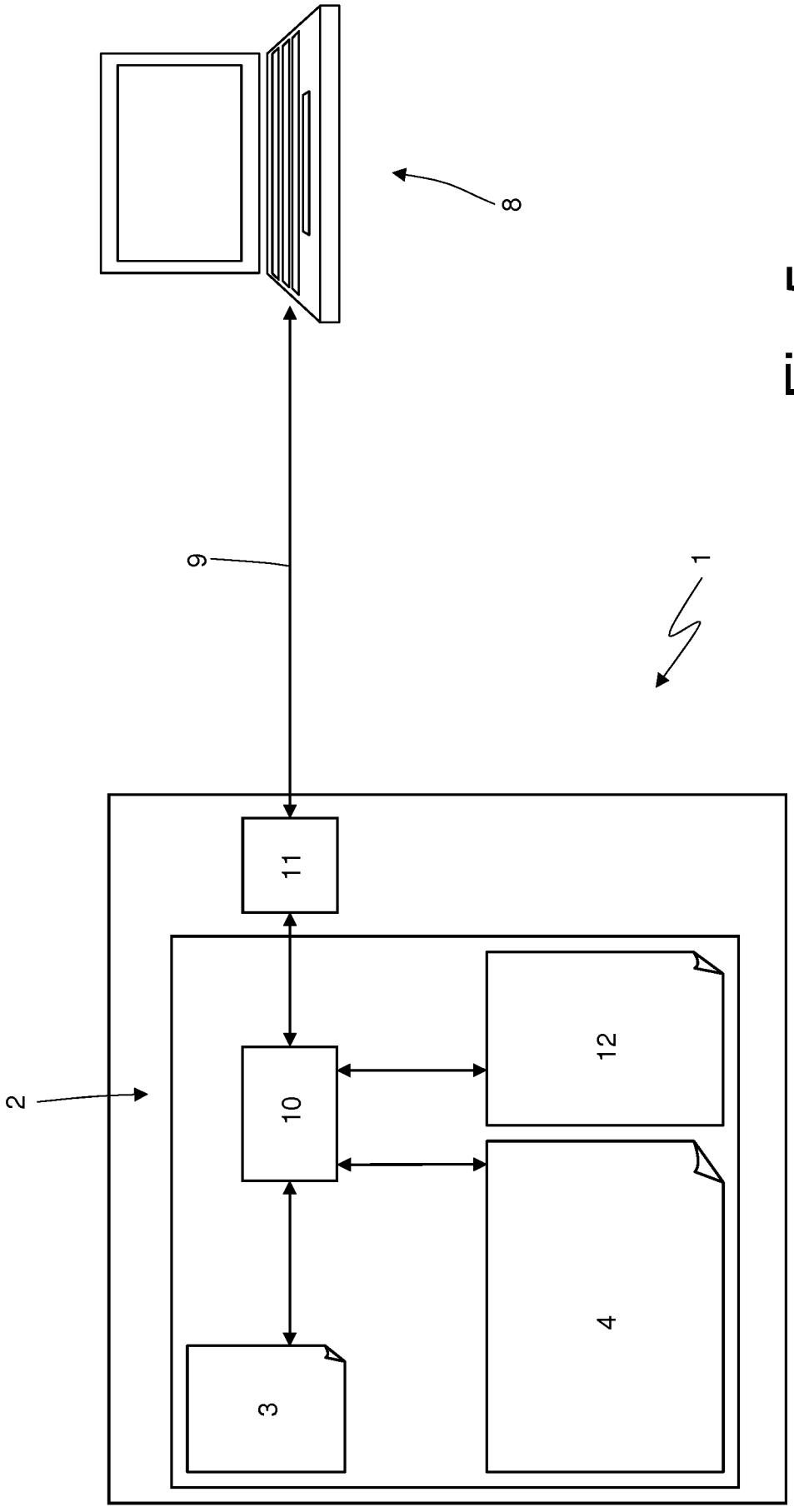


Fig.5

p.i. MAGNETI MARELLI S.P.A.
Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987/BM)

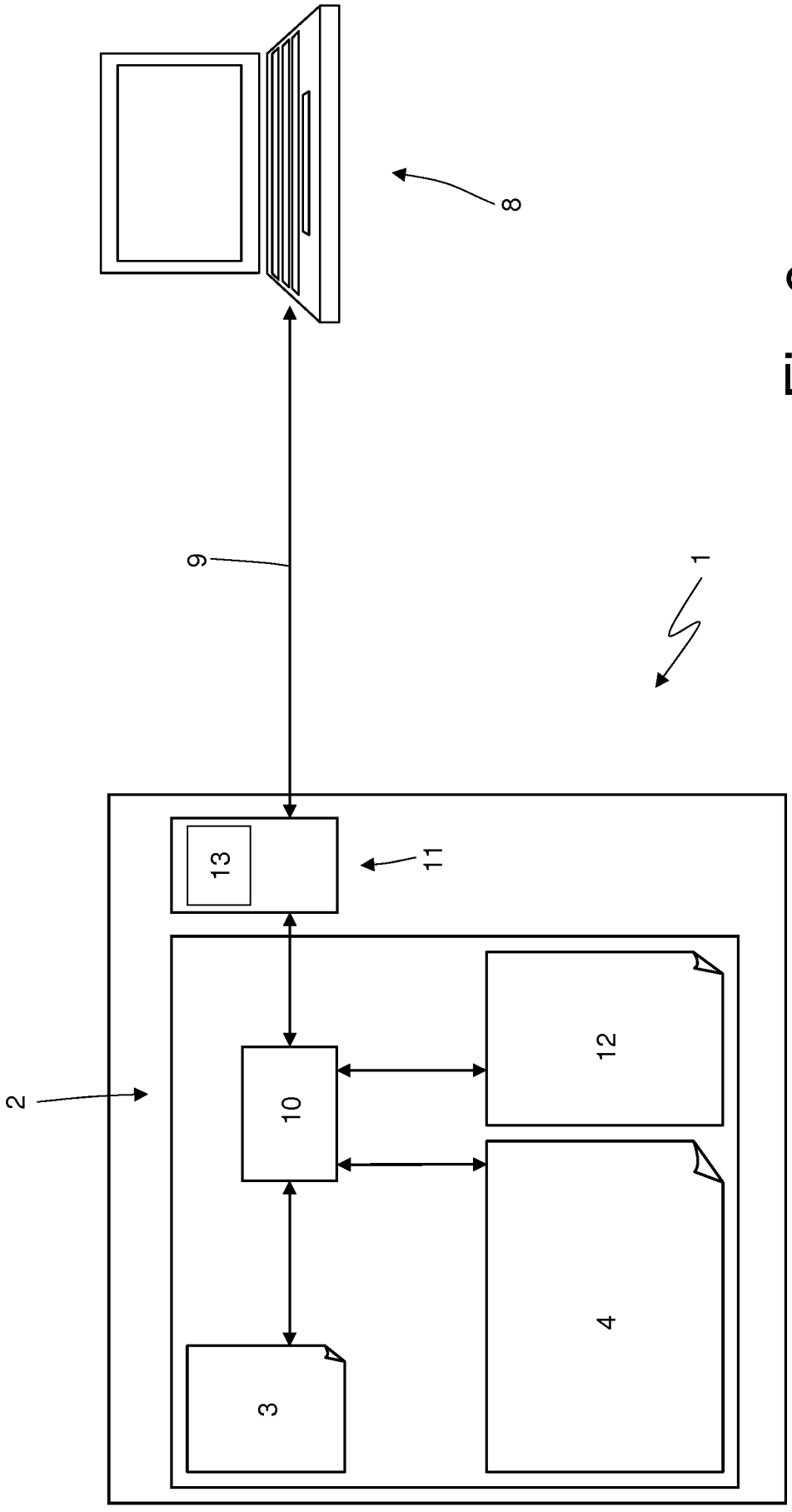


Fig.6

p.i. MAGNETI MARELLI S.P.A.
Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987/BM)